



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Engenharia de Alimentos

ANA PAULA APARECIDA PEREIRA

EFEITO DA ADIÇÃO DE AMORAS-PRETAS (*Rubus* sp.) EM *COOKIES* DE GRÃOS  
INTEIROS: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS,  
TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS

CAMPINAS  
2016

ANA PAULA APARECIDA PEREIRA

EFEITO DA ADIÇÃO DE AMORAS-PRETAS (*Rubus* sp.) EM *COOKIES* DE GRÃOS INTEIROS: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS, TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Glaucia Maria Pastore

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA ANA PAULA APARECIDA PEREIRA E ORIENTADA PELA PROF(A). DR(A). GLAUCIA MARIA PASTORE.

CAMPINAS  
2016

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** CNPq, 148510/2013-2

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos  
Claudia Aparecida Romano - CRB 8/5816

P414e Pereira, Ana Paula Aparecida, 1987-  
Efeito da adição de amoras-pretas (*Rubus* sp) em cookies de grãos inteiros : avaliação das propriedades funcionais, tecnológicas e sensoriais / Ana Paula Aparecida Pereira. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Glaucia Maria Pastore.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Cookies. 2. Amora-preta. 3. Farinha de trigo de grão inteiro. I. Pastore, Glaucia Maria. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Effect of blackberries (*Rubus* sp.) addition in whole grain cookies : evaluation of functional, technological and sensory properties

**Palavras-chave em inglês:**

Cookies

Blackberry

Whole grain wheat flour

**Área de concentração:** Ciência de Alimentos

**Titulação:** Mestra em Ciência de Alimentos

**Banca examinadora:**

Glaucia Maria Pastore [Orientador]

Elizabeth Harumi Nabeshima

Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici

**Data de defesa:** 04-03-2016

**Programa de Pós-Graduação:** Ciência de Alimentos

## BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Glaucia Maria Pastore  
Orientadora  
DCA/FEA/UNICAMP

Prof(a). Dr(a). Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici  
Membro Titular  
DTA/FEA/UNICAMP

Dr(a). Elizabeth Harumi Nabeshima  
Membro Titular  
Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL

Prof. Dr. Mário Roberto Maróstica Junior  
Membro Suplente  
DEPAN/FEA/UNICAMP

Prof. Dr. Roberto da Silva  
Membro Suplente  
IBILCE/UNESP

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

*Dedico essa dissertação aos meus pais,  
Marcos e Gloria,  
aos meus irmãos, Lucas e Leonardo,  
e aos meus queridos amigos,  
pelo apoio incondicional, carinho e torcida.*

*“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância.”*  
*(John F. Kennedy)*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por permitir que este sonho se tornasse realidade, por me dar forças para continuar e por todas as pessoas maravilhosas que Ele colocou em meu caminho.

Aos meus pais, Marcos e Gloria, por todo amor, confiança e incentivo e por serem meus exemplos de caráter e honestidade.

Aos meus irmãos Lucas e Leonardo, que sempre acreditaram e torceram por mim. E especialmente ao Lucas, por toda paciência e apoio, tão necessários nesta fase.

Às tias Ana, Idê, Ana Paula, Romilda e Inês e aos tios Luís, João e Francisco, pelas orações.

À Professora Glaucia, pela orientação, por sua generosidade e por todas as oportunidades proporcionadas.

Aos membros da banca, Dra. Elizabeth e Professores Teresa, Mario e Roberto, pelas correções e valiosas contribuições.

À Professora Teresa, um agradecimento especial, por tudo que me ensinou ainda como minha professora na UNIFAL-MG, por dividir comigo este projeto, por sua disponibilidade sempre que precisei e por acreditar no meu trabalho.

À Beth, com quem eu tanto aprendi durante a disciplina “Tecnologia Avançada de Panificação”.

Ao Bruno, que sempre compreendeu minhas dificuldades e minhas limitações, e que esteve presente em todos os momentos, sendo meu professor, amigo, psicólogo e tudo mais que eu precisei nestes anos. Obrigada pela paciência, pelo apoio incondicional e por sempre acreditar em mim.

À Angelica, pelo seu coração generoso, pela amizade e por todos os ensinamentos dentro do laboratório.

À Jane, por ser aquela amiga que me entende sem eu precisar falar.

À Maysa, pela amizade, pelas inúmeras ajudas no laboratório e por todas as *happy hours*, que tornou a vida mais fácil nesta cidade.

À Renata, pelas consultorias em word, excel e power point (mesmo reclamando infinitamente por eu não ter um mouse). Obrigada também por dividir comigo seus conhecimentos sobre as antocianinas. Assim, só me resta te perdoar pelo *bullying*.

À Ju Bueno e à Ana Simiqueli, por me ensinarem diariamente que a vida pode ser mais leve (juro que estou tentando aprender).

Ao Mário Mano e ao Cris, pelas conversas sempre produtivas e pelos momentos de descontração, tão fundamentais.

Ao Gustavo Molina, que, mesmo longe, sempre me ajudou, seja tirando dúvidas, seja dando aquela força tão necessária.

Ao Gustavo e Henrique, pelas ajudas estatísticas.

Aos demais colegas do Laboratório de Bioaromas e Compostos Bioativos, Professor Juliano, Leo, Ana Estela, Tatiana, Gardênia, Adones, Marcela e Michel, pela convivência.

À Fabíola, que mesmo ficado tão pouco entre nós, nos ajudou demais e encantou a todos com sua serenidade.

Aos colegas dos demais laboratórios que tornaram os dias mais felizes, seja na hora do almoço, na hora da cerveja ou mesmo nos momentos de desespero Lulu, Leo, Carol, Carine, Mari, Bruna, Veronica, Elenice, Ruann, Sílvia e Alisson.

Aos queridos (e melhores) amigos que Alfenas me deu, Lellis, Marina, Kakau, Clara, Síntia, Naiara, Aline e Gabi, que mesmo de longe, sempre estiverem presentes. Obrigada por entenderem minha ausência, pelo ombro amigo (mesmo que distante) nos momentos mais difíceis e pela torcida.

Ao Marcio, que é um exemplo de profissional para mim, agradeço imensamente por todos ensinamentos compartilhados e pela ajuda em todas as etapas. Sem ele este trabalho não seria possível.



Ao Professor Yoon, por permitir que eu usasse a padaria para a produção dos *cookies*, e às pessoas do laboratório de Cereais, em especial a Mária, Ludmila e a Adriana, por dividirem comigo o espaço e sempre estarem prontas para esclarecerem minhas dúvidas.

À Alessandra Coelho, pela ajuda nas análises reológicas e tecnológicas.

Aos funcionários da padaria Izilda, Renato, Rita, Bia e Sr. Nilo, por toda ajuda dispensada sempre que precisei.

À Debora, que é uma pessoa muito especial e com quem eu sempre pude contar, seja nas incontáveis caronas, seja na hora de desenhar minhas moléculas, para me ouvir na hora dos estresses e em tantos outros momentos.

Ao Nadir, pela sua alegria diária e por todo seu empenho em fazer sempre o melhor pelo nosso laboratório.

À Dora, que nunca mede esforços para nos ajudar.

À Professora Delia Amaya e ao meu querido Professor Park, que também são grandes exemplos para mim, tanto pessoal quanto profissional.

À Juliana Hashimoto por sua paciência infinita para me ajudar nas análises de textura.

À Bianca e à Edna, do LAC, que me ajudaram muito na etapa da liofilização.

Ao Marquinhos, Cosme, Marcão, Nadeje, Jardete, Valter, Bianca (biblioteca), Jonas e demais funcionários da FEA por todo suporte.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Moinho Sul Mineiro pela doação do trigo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito obrigada!

## RESUMO

O enriquecimento de alimentos à base de cereais tem recebido atenção considerável como estratégia de prevenção às Doenças Crônicas Não Transmissíveis, tais como diabetes, obesidade, câncer e doenças cardiovasculares. Os biscoitos, por serem prontos para o consumo e apresentarem vida de prateleira relativamente longa, são amplamente aceitos e consumidos em muitos países, por todas as faixas etárias e, portanto, tornam-se um veículo interessante na suplementação das necessidades nutricionais quando enriquecidos com fontes de fibras, proteínas, compostos bioativos, entre outros. Neste trabalho foi avaliado o efeito da adição da combinação de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), farinha de amora-preta (FAP) e amora-preta em pedaços (APP) na formulação de *cookies*. Como método estatístico para otimização das condições de processamento, foi aplicado um delineamento composto central rotacional (DCCR) aplicável à metodologia de superfície de resposta, considerando  $F_{calc} > F_{tab}$ ,  $p \leq 0,10$  and  $R^2 \geq 0,70$ . Dentro da faixa estudada (de 14 a 88% de FTGI, de 0 a 10% de APP e de 0 a 5% de FAP), a adição destes ingredientes aumentou o teor de compostos fenólicos (de  $826,47 \pm 0,00$  a  $1635,59 \pm 0,01$  mgEAG/100g de *cookies*), antocianinas totais (de  $13,35 \pm 0,49$  a  $72,13 \pm 0,06$  mgECG/Kg de *cookies*) e fibras (de 18,88 a 46,01 g/100g de *cookies*). Também aumentou a fraturabilidade (de  $63,54 \pm 3,76$  a  $174,96 \pm 14,59$  N) e melhorou a cor ( $\Delta E$  de 12,48 a 23,23) dos biscoitos integrais, tornando-os mais atrativos, e não interferiu nos parâmetros umidade,  $A_w$ , rendimento e volume específico, que apresentaram valores médios de  $1,52 \pm 0,71\%$ ,  $0,38 \pm 0,04$ ,  $2,66 \pm 0,19$  cm<sup>3</sup>/g e  $87,08 \pm 1,67$  g de *cookies*/100g de massa, respectivamente. Estes resultados mostraram que é possível adicionar estes ingredientes, aumentando o potencial funcional dos biscoitos, sem causar prejuízos nas características tecnológicas, e obter boa aceitação sensorial. Além do mais, o uso da amora-preta desidratada em farinha e pedaços aumenta sua estabilidade durante o armazenamento e amplia suas possibilidades de uso em produtos alimentícios, como em *cookies*, cujos ingredientes devem ter baixa umidade, para manter o equilíbrio entre os ingredientes adicionados na formulação.

**Palavras-chave:** *cookies*, *Rubus* sp., amora-preta, farinha de trigo de grão inteiro.

## ABSTRACT

The enrichment of cereal-based foods has attracted considerable attention as prevention strategy for Chronic Noncommunicable Diseases such as diabetes, obesity, cancer and cardiovascular disease. Due the high acceptance of cookies between consumers, these read-to-eat food have been used as important vehicles in bakery products when the goal is, *i.e.*, the supplementation of nutritional requirements with sources of fibers and bioactive compounds. In this perspective, this study evaluated the effect of partial replacement of wheat flour by whole grain wheat flour (WGWF), and the addition of blackberry flour (BF) and freeze-dried blackberry (FDB) in cookies with functional claim. A statistical method for process conditions optimization was conducted using a central composite design (CCD), within the range studied (from 14 to 88% of WGWF, 0 to 10% of FDB and 0 to 5% BF). The addition of these ingredients increased the total phenolic compounds (from  $826.47 \pm 0.00$  to  $1635.59 \pm 0.01$  mgGAE /100g cookies), total anthocyanins content (from  $13.35 \pm 0.49$  to  $72.13 \pm 0.06$  mgCGE / kg cookies) and dietary fibers (from 18.88 to 46.01 g / 100g of cookies). Also, the hardness was increased (from  $63.54 \pm 3.76$  to  $174.96 \pm 14.59$  N) and improved color ( $\Delta E$  12.48 to 23.23) of whole grain cookies, making them more attractive without interfering in moisture, water activity, yield and specific volume parameters, which showed mean values of  $1.52 \pm 0.71\%$ ,  $0.38 \pm 0.04$ ,  $87.08 \pm 1.67$  g cookies/100 g dough,  $2.66 \pm 0.19$  g/cm<sup>3</sup> respectively. These results showed that it is possible to add these ingredients, increasing the functional potential of cookies with interesting sensory acceptance, without causing damage to technological characteristics. Moreover, the use of FDB and BF increases their stability during storage and expands its possibilities of use in bakery products.

**Keywords:** cookies, whole grain wheat flour, blackberry, *Rubus* sp.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

<b>Figura 1:</b> Fitoquímicos presentes na dieta.....	31
<b>Figura 2:</b> Estrutura geral da molécula de cianidina .....	34

### CAPÍTULO 2: EFEITO DA ADIÇÃO DE AMORAS-PRETAS (*Rubus* sp.) EM COOKIES DE GRÃOS INTEIROS: POTENCIAL FUNCIONAL SEM PREJUÍZO DAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

<b>Figura 1:</b> Amora-preta liofilizada e farinha de amora-preta .....	65
<b>Figura 2:</b> Cookies com adição de farinha de grão inteiro e amoras-pretas .....	66
<b>Figura 3:</b> Superfícies de resposta para diferença de cor ( $\Delta E$ ) em função da adição de farinha de trigo de grão inteiro, amora-preta em pedaços e farinha de amora-preta ....	71
<b>Figura 4:</b> Superfície de resposta para índice de cromaticidade $b^*$ em função da adição de amora-preta em pedaços e farinha de amora-preta .....	72
<b>Figura 5:</b> Superfícies de resposta para fraturabilidade em função da adição de farinha de trigo de grão inteiro, amora-preta em pedaços e farinha de amora-preta .....	74
<b>Figura 6:</b> Superfícies de resposta para compostos fenólicos totais em função da adição de farinha de trigo de grão inteiro, amora-preta em pedaços e farinha de amora-preta	75
<b>Figura 7:</b> Superfícies de resposta para conteúdo de antocianinas totais em função da adição de farinha de trigo de grão inteiro, amora-preta em pedaços e farinha de amora-preta .....	77

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

<b>Tabela 1:</b> Principais ácidos fenólicos presentes no trigo .....	37
---	----

### CAPÍTULO 2: EFEITO DA ADIÇÃO DE AMORAS-PRETAS (*Rubus* sp.) EM COOKIES DE GRÃOS INTEIROS: POTENCIAL FUNCIONAL SEM PREJUÍZO DAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

<b>Tabela 1:</b> Formulação base dos <i>cookies</i> com farinha de trigo de grão inteiro .....	60
--	----

<b>Tabela 2:</b> Delineamento Compostos Central Rotacional com os valores codificados e reais.....	62
--	----

<b>Tabela 3:</b> Valores médios das variáveis dependentes não significativas em <i>cookies</i> produzidos com farinha de trigo de grão inteiro, amora-preta em pedaços e farinha de amora-preta.....	67
--	----

<b>Tabela 4:</b> Cor, fraturabilidade, compostos fenólicos totais, conteúdo de antocianinas totais e fibras totais dos ensaios do delineamento experimental para a obtenção de <i>cookies</i> integrais com adição de amoras-pretas .....	68
---	----

<b>Tabela 5:</b> Modelos matemáticos das variáveis dependentes estatisticamente significativas ( $p \leq 0,10$ ) para adição de FTGI, APP e FAP .....	70
---	----

<b>Tabela 6:</b> Desejabilidade para seleção dos melhores <i>cookies</i> contendo FTGI, APP e FAP .....	79
---	----

<b>Tabela 7:</b> Validação experimental de acordo com as condições otimizadas previstas pelo teste de desejabilidade dos <i>cookies</i> produzidos com adição de FTGI, APP e FAP .....	80
--	----

### APÊNDICE

<b>Tabela A.1:</b> Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro $b^*$ da cor instrumental dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de <i>cookies</i> de grão inteiro com adição de amoras-pretas.....	91
--	----

<b>Tabela A.2:</b> Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro $\Delta E$ da cor instrumental dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de <i>cookies</i> de grão inteiro com adição de amoras-pretas .....	91
--	----

<b>Tabela A.3:</b> Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro fraturabilidade dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de <i>cookies</i> de grão inteiro com adição de amoras-pretas .....	92
<b>Tabela A.4:</b> Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro compostos fenólicos totais dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de <i>cookies</i> de grão inteiro com adição de amoras-pretas .....	92
<b>Tabela A.5:</b> Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro conteúdo de antocianinas totais dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de <i>cookies</i> de grão inteiro com adição de amoras-pretas .....	92

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**$\Delta E$ :** Diferença de cor da amostra em relação ao padrão

**a\*:** Coordenadas de cromaticidade

**ABIMAPI:** Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados

**ANOVA:** Análise de Variância

**ANVISA:** Agência Nacional de Vigilância Sanitária

**APP:** Amora-preta em pedaços

**Aw:** Atividade de água

**b\*:** Coordenadas de cromaticidade

**CAT:** Conteúdo de antocianinas totais

**CFT:** Compostos fenólicos totais

**DCCR:** Delineamento Central Composto Rotacional

**DCNT:** Doenças Crônicas Não Transmissíveis

**DATEM:** Éster de ácido tartárico mono e diglicerídeo

**DNA:** Ácido desoxirribonucleico

**EAF:** Equivalente de ácido ferúlico

**EAG:** Equivalente de ácido gálico

**ECG:** Equivalente de cianidinas-3-glicosídeo

**ER:** Erro relativo

**FAP:** Farinha de amora-preta

**FTGI:** Farinha de trigo de grão inteiro

**L\*:** Coordenadas de cromaticidade

**LDL:** Lipoproteína de baixa densidade

**N:** Newton

**OMS:** Organização Mundial da Saúde

**PEBD:** Polietileno de baixa densidade

**RDC:** Resolução da Diretoria Colegiada – Anvisa

**USDA:** Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

**UV:** Ultravioleta

## Sumário

INTRODUÇÃO GERAL .....	19
Referências bibliográficas .....	23
OBJETIVOS.....	27
Objetivo geral.....	27
Objetivos específicos .....	27
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	28
Introdução .....	28
1. Alimentos funcionais.....	29
2. Compostos fenólicos.....	30
2.1 Compostos fenólicos presentes em amoras-pretas.....	33
2.2 Compostos fenólicos presentes no trigo .....	35
3. Produtos de grão inteiro .....	38
4. Amoras-pretas ( <i>Rubus</i> sp.) .....	39
5. Cookies .....	41
6. Referências bibliográficas .....	44
CAPÍTULO 2 - EFEITO DA ADIÇÃO DE AMORAS-PRETAS ( <i>Rubus</i> sp.) EM COOKIES DE GRÃOS INTEIROS: POTENCIAL FUNCIONAL SEM PREJUÍZO DAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS.....	54
Resumo.....	55
Abstract .....	56
1. Introdução.....	57
2. Material e métodos .....	58
2.1 Matéria prima.....	58
2.1.1 Obtenção FTGI e farinha de trigo refinada .....	58
2.1.2 Obtenção da farinha de amora-preta .....	58
2.2 Reagentes químicos .....	59



2.3 Caracterização das FTGI e farinha de trigo refinada.....	59
2.3.1 Rendimento: .....	59
2.3.2 Farinografia:.....	59
2.3.3 Fibra alimentar total: .....	59
2.4 Caracterização da farinha de amora-preta .....	59
2.4.1 Cor:.....	59
2.4.2 Fibra alimentar total: .....	59
2.5 Preparo dos <i>cookies</i> .....	60
2.6 Análises tecnológicas .....	62
2.6.1 Umidade.....	62
2.6.2 Aw:.....	62
2.6.3 Volume específico.....	62
2.6.4 Rendimento .....	62
2.6.5 Cor:.....	62
2.6.6 Fraturabilidade: .....	62
2.7 Compostos fenólicos totais .....	62
2.8 Conteúdo de antocianinas totais .....	62
2.9 Fibra alimentar total dos <i>cookies</i> .....	63
2.10 Análise sensorial .....	63
2.11 Análise estatística .....	63
3. Resultados e discussão.....	64
3.1 Caracterização das FTGI e farinha de trigo refinada.....	64
3.1.1 Rendimento .....	64
3.1.2 Farinografia.....	64
3.1.3 Fibra alimentar total .....	65
3.2 Caracterização da farinha de amora-preta .....	65

3.2.1 Cor.....	65
3.2.2 Fibra alimentar total .....	65
3.3 Análises tecnológicas .....	66
3.3.1 Cor instrumental.....	67
3.3.2 Fraturabilidade.....	73
3.4 Compostos fenólicos totais .....	73
3.5 Conteúdo de antocianinas totais .....	76
3.6 Fibras .....	78
3.7 Validação .....	79
3.8 Análise sensorial .....	81
4. Conclusão .....	82
5. Referências.....	84
DISCUSSÃO GERAL.....	89
CONCLUSÃO GERAL.....	90
APÊNDICES.....	91

## INTRODUÇÃO GERAL

Os elevados custos com saúde provocados pelas Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), que são de longa duração, progressão lenta e consideradas as principais causas de morbimortalidade no mundo, têm gerado preocupação por parte dos governos e mesmo dos indivíduos (DA SILVA et al, 2013; DING et al, 2015).

Os números totais de mortes causadas por estas doenças estão aumentando devido ao envelhecimento da população, seja de baixa, média ou alta renda, e à globalização dos riscos (GOULART, 2011). Entretanto, das 38 milhões de mortes que ocorrem a cada ano, em decorrência das DCNT, quase 50% ocorre antes dos 70 anos, sendo que 82% dessas mortes "prematuras" são registradas em países de baixa e média renda (OMS, 2015).

As doenças cardiovasculares são responsáveis pela maioria das mortes por DCNT, seguidas por cânceres, doenças respiratórias e diabetes. Os fatores de risco relativos às DCNT são semelhantes em todos os países, sendo que os principais são o tabagismo, os alimentos com altas taxas de gorduras saturadas e trans, o sal e o açúcar em excesso, especialmente em bebidas adoçadas, o sedentarismo e o consumo excessivo de álcool (BRASIL, 2011; GOULART, 2011; OMS, 2015).

Conhecidos os fatores de risco, investir em intervenções para prevenir as DCNT é a melhor estratégia, uma vez que muitas intervenções eficazes trazem benefícios econômicos efetivos, por apresentarem menor custo que o tratamento de doenças. Estima-se que uma redução de 2% dos riscos das DCNT ao ano possa aumentar o crescimento econômico em até 1% ao ano, após uma década (GOULART, 2011).

Neste sentido, a OMS propõe medidas voltadas para o redirecionamento dos atuais sistemas de saúde, com ações que integram a promoção da saúde e a prevenção primária dos principais fatores de risco no combate às DCNT (DA SILVA et al, 2013).

Dentre as estratégias de prevenção, destaca-se a importância de uma dieta saudável, rica em fibras e compostos bioativos, tais como os compostos fenólicos e os carotenoides. Esses componentes alimentares têm sido associados a um menor risco

de desenvolvimento de certas formas de câncer, inflamações, doenças cardiovasculares, doenças neurodegenerativas, entre outras (DING et al, 2015; OMS, 2015; PAZ et al, 2015).

As pesquisas sobre compostos bioativos para o consumo humano aumentaram recentemente devido à conscientização dos consumidores sobre os seus benefícios associados com a manutenção da saúde e bem-estar. Devido à sua enorme importância para a saúde, estes ingredientes bioativos agora são usados como atributos positivos para criar novos mercados, como o de alimentos funcionais (PAZ et al, 2015).

Para ser considerado um alimento funcional, este precisa fornecer benefícios fisiológicos adicionais além de satisfazer as necessidades nutricionais básicas (BRASIL, 1999; DING et al, 2015).

O aumento do interesse pelos alimentos funcionais está associado com a crescente exigência dos consumidores, que se conscientizam cada vez mais sobre a importância de uma dieta equilibrada, ricas em frutas, vegetais e grãos integrais (CARRILLO, 2013).

Atualmente, a ingestão de frutas não está relacionada apenas ao gosto e preferência pessoal. O aumento do seu consumo é devido, principalmente ao seu teor de macro e micronutrientes, como vitaminas e sais minerais, além de compostos secundários não-nutrientes, mas que exercem efeitos biológicos importantes, como a atividade antioxidante (DA SILVA, 2014).

Nos biomas do Brasil há uma enorme diversidade de frutos nativos, geralmente não explorados comercialmente, que tem atraído a atenção pelo seu potencial como fonte de compostos bioativos (NERI-NUMA et al., 2014). A maior parte dessas frutas apresenta qualidade sensorial excepcional, despertando o interesse do mercado pelo apelo exótico e nutricional.

O conhecimento da composição dessas frutas tem sido alvo de pesquisas ao longo dos anos. Isto representa um ponto fundamental para que o aproveitamento tecnológico das mesmas seja realizado de maneira otimizada (MATTIETTO et al., 2003).

Estas frutas poderiam ser comercializadas na forma de polpas e sucos. Os seus subprodutos poderiam ser utilizados para isolar fitoquímicos específicos para aplicação em suplementos nutracêuticos, aditivos alimentares, além de novos produtos alimentares e farmacêuticos, contribuindo para a valorização de resíduos de processo agroindustrial, com grande impacto econômico e ambiental (AYALA-ZAVALA et al, 2011).

Considerando que o clima brasileiro é quente e úmido, fatores que aumentam a perecibilidade das frutas, ainda existe a alternativa da secagem das mesmas. Esta técnica é empregada com o objetivo de aumentar a estabilidade das frutas pela redução da atividade de água e consequente diminuição das reações químicas e enzimáticas. As frutas desidratadas podem ser utilizadas em substituição às frutas frescas em países não-produtores, em sobremesas, recheios e em produtos à base de cereais (MARQUES, 2008).

Produtos à base de cereais, como pães, massas e biscoitos são consumidos no mundo todo, por todas as faixas etárias e classes sociais e podem ser produzidos a partir de uma variedade de grãos, como trigo, milho, aveia, arroz, centeio, cevada, painço, quinoa e sorgo (DAY, 2013).

Com o desenvolvimento da ciência e tecnologia de alimentos, uma vasta gama de produtos integrais tem surgido em substituição aos produzidos apenas com farinha refinada, a qual é fortemente associada à alta incidência das DCNT (MCSWEENEY; DAY, 2016; REFERÊNCIAS).

O aumento do consumo de grãos inteiros, ricos em fibras e compostos fenólicos, tem sido consistentemente associado a um risco reduzido de desenvolvimento de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e câncer de cólon, devido à melhora de um ou mais fatores, de risco, tais como resistência à insulina, dislipidemia e inflamação (ADOM; LIU, 2002; ADOM et al, 2003; VITAGLIONE et al, 2008; ANSON et al, 2009; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2012; GIACCO et al, 2014).

Inúmeros estudos realizados com produtos integrais demonstraram a importância do enriquecimento de biscoitos do tipo “*cookies*” com ingredientes ricos em fibras e compostos fenólicos, como farinha de milho de pipoca vermelho escuro e azul (ŽILIĆ et al, 2016), farinha de baru (PINELI et al, 2015), cevada (GUPTA et al, 2011;

SHARMA; GUJRAL, 2014), semente de girassol (ŠKRBIĆ; CVEJANOV, 2011), gergelim (CLERICI et al, 2013), feijão e lentilha (ZUCCO et al, 2011), entre outros. Entretanto não há relatos na literatura de biscoitos enriquecidos com frutas desidratadas.

Portanto, é de grande interesse o desenvolvimento de uma formulação de *cookie* com apelo funcional, produzido com farinha de grão inteiro e adição de amoras-pretas (*Rubus* sp.) liofilizadas.

## Referências bibliográficas

ADOM, K.K.; LIU, R.H. Antioxidant activity of grains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, p. 6182-6187. 2002.

ADOM, K.K.; SORRELLS, M.E.; LIU, R.H. Phytochemical profile and antioxidant activity of wheat varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 51, p. 7825-7834. 2003.

ANSON, N.M.; VAN DEN BERG, R.; HAVENAAR, R.; BAST, A.; HAENEN, G.R.M.M. Bioavailability of ferulic acid is determined by its bioaccessibility. **Journal of Cereal Science**. v. 49, p. 296-300. 2009.

AYALA-ZAVALA, J.F.; VEGA-VEGA, V., ROSAS-DOMINGUEZ, C., PALAFOX-CARLOS, H., VILLARODRIGUEZ, J.A., SIDDIQUI, M. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**. v. 44, p. 1866–1874. 2011.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução no 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. 1999. Disponível em:  
<[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/727a7f004745792d8641d63fbc4c6735/RESOLUCAO\\_19\\_1999.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/727a7f004745792d8641d63fbc4c6735/RESOLUCAO_19_1999.pdf?MOD=AJPERES)>

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) no Brasil. 2011-2022. Disponível em:  
<[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/23f297804c8702559f5fdf93d95c4045/4.Plano+Nacional+de+Enfrentamento+das+Doen%C3%A7as+Cr%C3%B4nicas+N%C3%A3o+Transmiss%C3%ADveis+\(DCNT\).pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/23f297804c8702559f5fdf93d95c4045/4.Plano+Nacional+de+Enfrentamento+das+Doen%C3%A7as+Cr%C3%B4nicas+N%C3%A3o+Transmiss%C3%ADveis+(DCNT).pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em: 28 de janeiro de 2016.

CARRILLO, E; PRADO-GASCÓ, V.; FISZMAN, S.; VARELA, P. Why buying functional foods? Understanding spending behaviour through structural equation modelling. **Food Research International**. v. 50 (1). p. 361-368. 2013.

CHANDRASEKARA, A.; SHAHIDI, F. Bioaccessibility and antioxidante potential of millet of millet grain phenolics as affected by simulated in vitro digestion and fermentation. **Journal of Functional Foods**. v.4. p. 226-237. 2012.

CLERICI, M.T.P.S.; OLIVEIRA, M.E.; NABESHIMA, E.H. Physical, chemical and sensory quality of *cookies* elaborated with partial substitution of wheat flour by defatted sesame flour. *Brazilian Journal Food of Technology*. v. 16 (2). p. 139-146. 2013.

DA SILVA, L.S.; COTTA, R.M.M.; ROSA, C.O.B. Estratégias de promoção da saúde e prevenção primária para enfrentamento das doenças crônicas: revisão sistemática. **Revista Panamericana de Salud Pública**. v. 34 (5). p. 343-350. 2013.

DA SILVA, L.M.R.; FIGUEIREDO, E.A.T.; RICARDO, N.M.P.S.; VIEIRA, I.G.P.; FIGUEIREDO, R.W.; BRASIL, I.M.; GOMES, C.L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**. v. 143. p. 398-404. 2014.

DAY, L. Proteins from land plants – potential resources for human nutrition and food security. **Trends in Food Science and Technology**. v. 32 (1). p. 25–42. 2013.

DING, Y.; VEEMAN, M.M.; ADAMOWICZ, W.L. Functional food choices: Impacts of trust and health control beliefs on Canadian consumers' choices of canola oil. **Food Policy**. v. 52. pp. 92-98. 2015.

GIACCO, R.; COSTABILE, G.; DELLA PEPA, G.; ANNIBALLI, G.; GRIFFO, E.; MANGIONE, A.; CIPRIANO, P.; VISCOVO, D.; CLEMENTE, G.; LANDBERG, R.;



PACINI, G.; RIVELLESE, A.A.; RICCARDI, G. A whole-grain cereal-based diet lowers postprandial plasma insulin and triglyceride levels in individuals with metabolic syndrome. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**. v. 24, p. 837-844. 2014.

GOULART, F.A. Doenças Crônicas Não Transmissíveis: Estratégias de Controle e Desafios para os Sistemas de Saúde. **Organização Pan-Americana Da Saúde / Organização Mundial Da Saúde**. 2011.

GUPTA, M.; BAWA, A.S.; ABU-GHANNAM, N. Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies. **Food and Bioproducts Processing**. v. 89, p. 520-527. 2011.

MARQUES, L.G. **Liofilização de frutas tropicais**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

P.L.H. McSWEENEY, P.L.H.; DAY, L. Food Products and Ingredients. **Reference Module in Food Science**. 2016.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <  
[http://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4766%3Adoenças-cronicas-nao-transmissiveis-causam-16-milhoes-de-mortes-prematuras-todos-os-anos&Itemid=839](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=4766%3Adoenças-cronicas-nao-transmissiveis-causam-16-milhoes-de-mortes-prematuras-todos-os-anos&Itemid=839)> Acesso em: 28 de janeiro de 2016.

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M.F.; CARVALHO, A.P.; DOMINGUES, V.F.; GOMES, A.M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**. v. 172, p. 462-468. 2015.

PINELI, L.L.O.; CARVALHO, M.V.; AGUIAR, L.A.; OLIVEIRA, G.T.; CELESTINO, S.M.C.; BOTELHO, R.B.A.; CHIARELLO, M.D. Use of Baru (Brazilian almond) waste

from physical extraction of oil to produce flour and *cookies*. **LWT – Food Science and Technology**. v. 60. p. 50-55. 2015

SHARMA, P.; GUJRAL, H.S. *Cookie* making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxidant properties. **LWT – Food Science and Technology**. v. 55, p. 301-307. 2014.

ŠKRBIĆ, B.; CVEJANOV, J. The enrichment of wheat *cookies* with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: Impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties. **Food Chemistry**. v. 124, p. 1416–1422. 2011.

VITAGLIONE, P.; NAPOLITANO, A.; FOGLIANO, V. Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. **Trends in Food Science and Technology**. v. 19, p. 451-463. 2008.

ŽILIĆ, S.; KOCADAĞLI, T.; VANČETOVIĆ, J.; GÖKMEN, V. Effects of baking conditions and dough formulations on phenolic compound stability, antioxidant capacity and color of *cookies* made from anthocyanin-rich corn flour. **LWT – Food Science and Technology**. v. 65. p. 597–603. 2016.

ZUCCO, F.; BORSUK, Y.; ARNTFIELD, S.D. Physical and nutritional evaluation of wheat *cookies* supplemented with pulse flours of different particle sizes. **LWT – Food Science and Technology**. v. 44, p. 2070-2076, 2011.

## OBJETIVOS

### Objetivo geral

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da substituição parcial de farinha de trigo branca por farinha de grão inteiro (FTGI) e da adição de farinha de amora-preta (FAP) e amora-preta liofilizada (APP) nas propriedades tecnológicas e sensoriais, bem como o efeito do processamento nas propriedades funcionais *in vitro* de *cookies*.

### Objetivos específicos

- Caracterizar reologicamente as farinhas de trigo refinada e de grão inteiro;
- Avaliar o efeito da substituição parcial da farinha de grão inteiro, bem como a adição da farinha de amora-preta e amora-preta liofilizada nas propriedades tecnológicas dos *cookies*: umidade, atividade de água, volume específico, rendimento, cor e textura;
- Avaliar o efeito do processamento térmico sobre o conteúdo de compostos fenólicos totais e antocianinas totais dos *cookies*;
- Estimar o teor de fibras totais nos *cookies*;
- Avaliar sensorialmente o produto final.

## **CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **Introdução**

Com o aumento da expectativa de vida, crescem também as preocupações com a saúde, principalmente com as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) relacionadas à alimentação, como cânceres, doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2 (STRATTON et al, 2015).

As DCNT vêm provocando um aumento no número de mortes em todo o mundo. Em 2012, foram responsáveis por 67,86% dos 56 milhões de óbitos notificados, devido, principalmente, às doenças cardiovasculares, câncer e doenças respiratórias. Deste total, 38 milhões ocorreram apenas em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (OMS, 2015).

O diabetes, atualmente considerado uma epidemia mundial, tem se tornando particularmente um grande desafio para todos os sistemas de saúde. Apenas no Brasil, estima-se um contingente populacional de seis milhões de portadores. Este fato representa um enorme impacto econômico na saúde, uma vez que provoca aumento das despesas referentes ao tratamento das complicações do diabetes, como a doença cardiovascular, a insuficiência renal crônica e amputações de membros inferiores (BRASIL, 2011).

Devido aos custos associados com a medicina curativa, a prevenção destes problemas de saúde faz-se necessária (GOETZKE et al, 2014). Estimativas globais da Organização Mundial de Saúde (OMS) indicam que um pequeno conjunto de fatores de risco é responsável pela maioria das mortes por DCNT e por fração substancial da carga de doenças devido a estas enfermidades (OMS, 2015).

Entre esses fatores, destacam-se o tabagismo, a obesidade, as dislipidemias – determinadas principalmente pelo consumo excessivo de gordura animal –, a ingestão insuficiente de frutas e hortaliças e a inatividade física.

Isso evidencia a necessidade do desenvolvimento de estratégias preventivas para redução dos fatores de risco relacionados a estas doenças. Neste sentido, o campo da alimentação tem se mostrado bastante promissor.

Nos últimos anos, o interesse dos consumidores por frutas e vegetais é crescente. Isto decorre de uma maior divulgação sobre o alto teor de nutrientes destes alimentos, associado à presença de compostos bioativos, além do surgimento de uma infinidade de produtos alimentícios funcionais (KESERVANI et al, 2014; STRATTON et al, 2015; RODRÍGUEZ-ROQUE et al, 2015).

## **1. Alimentos funcionais**

As plantas, ou parte delas, são geralmente excelentes fontes de compostos bioativos. O seu consumo direto ou sua inclusão em alimentos processados tem se mostrado cada vez mais importante (PAZ et al, 2015).

Assim, os alimentos funcionais tornam-se uma potencial estratégia de prevenção de DCNT (STRATTON et al, 2015). Não existe uma definição exata para o termo “alimentos funcionais” no mundo. No Brasil, a definição sustentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é: alimentos considerados funcionais são aqueles que apresentam compostos, nutrientes ou não, que podem produzir efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, além das funções nutricionais básicas (BRASIL, 1999).

Estes compostos podem estar presentes naturalmente no alimento, serem adicionados, modificados, melhorados ou mesmo retirados de um alimento para fornecer benefícios à saúde. Podem atuar no início do desenvolvimento, na regulação da flora intestinal e dos processos metabólicos, na defesa contra o estresse oxidativo, no desempenho cognitivo, físico e mental. Adicionalmente, devem demonstrar seus efeitos em quantidades que são normalmente consumidas na dieta (CARRILLO et al, 2013, TUR; BIBILONI, 2016).

Além da inovação, a qualidade e conveniência dos produtos são consideradas importantes ferramentas de marketing na indústria de alimentos, provocando um aumento do mercado de alimentos funcionais a cada ano (RODRÍGUEZ-ROQUE et al, 2015). Apenas em 2013, este setor foi responsável por movimentar US\$264 bilhões em todo mundo. A América Latina, sozinha, representa US\$45 bilhões ou 17% do mercado de alimentos e bebidas funcionais, sendo o Brasil responsável por US\$14,6 bilhões deste total (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2014).

Atualmente, a Anvisa conta com mais de 700 produtos registrados nos seguimentos "alegações de propriedades funcionais ou de saúde" e "substâncias bioativas e probióticos com alegações de propriedades funcionais ou de saúde. Destacam-se produtos como leites e óleos especiais, bebidas à base de soja, leites fermentados, margarinas e iogurtes. Entretanto, o setor de produtos à base de cereais, particularmente os biscoitos, ainda é pouco explorado (FUNKE, 2014; KEMPINSKI, 2014).

O estudo realizado em 2013 sobre o perfil do consumidor brasileiro revelou que 39% dos entrevistados passaram a se alimentar de maneira mais saudável e equilibrada, 51% prestam mais atenção nas informações nutricionais antes de ingerir comidas e bebidas e 65% tentam reduzir o consumo de sal, frituras e gorduras saturadas. Porém, ainda existem algumas limitações para o consumo destes produtos: 41% dos entrevistados acham o valor dos alimentos muito altos, enquanto 50% afirmaram não gostar do sabor (KEMPINSKI, 2014).

Portanto, torna-se necessário o desenvolvimento de novos produtos que, além do potencial funcional, sejam acessíveis ao consumidor e também aceitos sensorialmente.

## **2. Compostos fenólicos**

As plantas possuem diferentes composições de fitoquímicos (Figura 1) com estruturas distintas e, assim, oferecem diversas funções de proteção (CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2012).

Dentre os fitoquímicos, podemos destacar os compostos fenólicos. Os compostos fenólicos são produtos do metabolismo secundário das plantas superiores, essenciais na reprodução e no crescimento, podendo também contribuir com sua coloração. Podem ser formados durante condições de estresse como infecções por patógenos, ferimentos, radiações UV, dentre outros (LIU, 2004).

Os compostos fenólicos possuem um ou mais anéis aromáticos com, no mínimo, uma hidroxila como grupo funcional, que podem ser substituídos por ésteres,

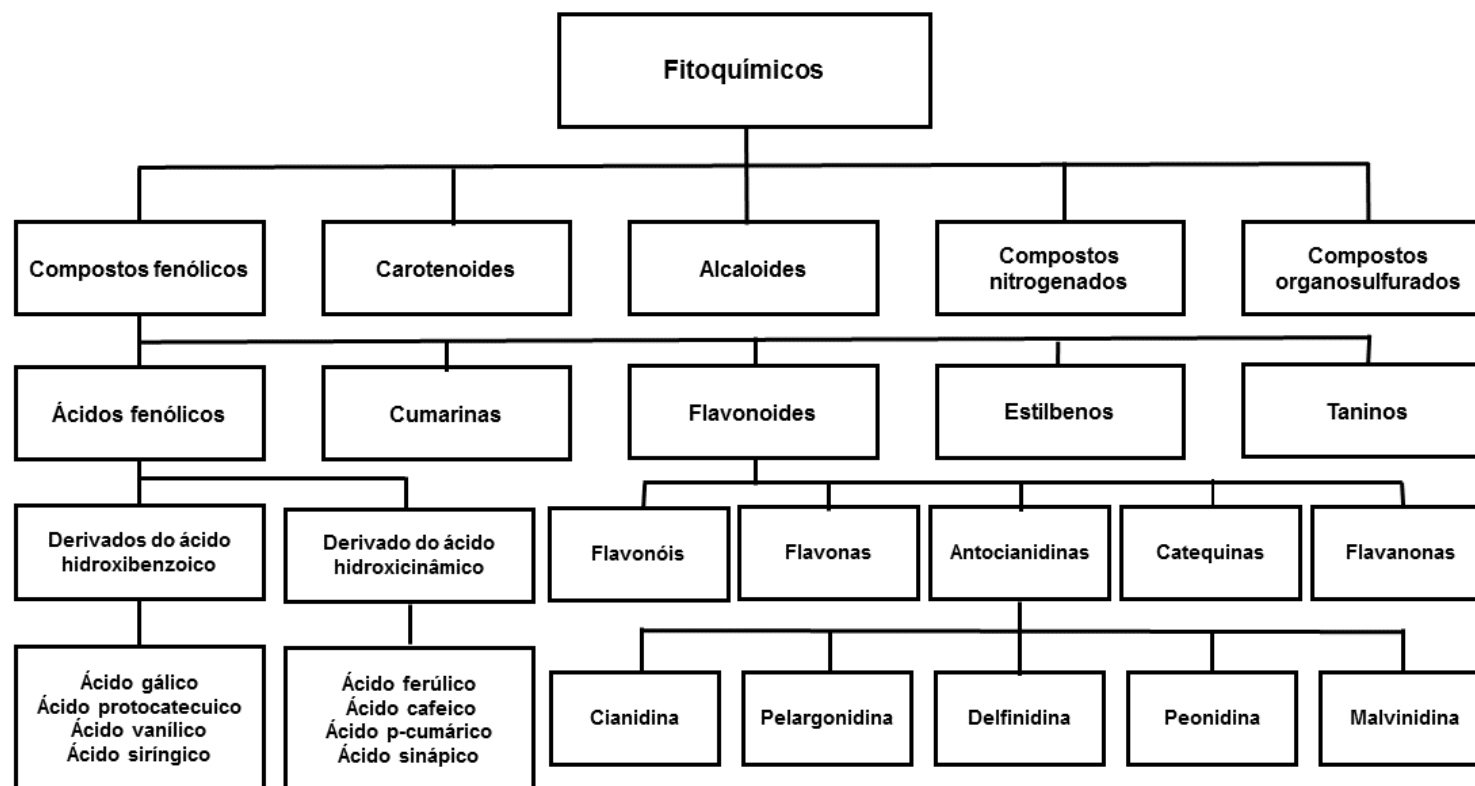


Figura 1: Fitoquímicos presentes na dieta

Fonte: Adaptado de Liu, 2004.

ésteres metílicos e glicosídeos. São, geralmente, divididos em ácidos fenólicos, cumarinas, flavonoides, estilbenos e taninos e englobam desde moléculas mais simples, com apenas um anel aromático, até moléculas com alto grau de polimerização, como os taninos condensados. Estão presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares e proteínas (ANGELO; JORGE, 2007; TIVERON, 2010).

De maneira geral, os compostos fenólicos são facilmente oxidáveis, tanto por meio de enzimas vegetais específicas quanto por influência de metais, luz, calor ou meio alcalino, ocasionando o escurecimento de soluções ou compostos isolados (TIVERON, 2010).

Em alimentos, os compostos fenólicos são derivados da fenilalanina e tirosina e são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa. Suas principais fontes são as frutas cítricas e as *berries*, como framboesa e amora, ricas em flavonoides, e os grãos inteiros, fontes de ácidos fenólicos (ANGELO; JORGE, 2007).

Além da função protetora nas plantas, os compostos fenólicos presentes na dieta podem fornecer diversos benefícios à saúde, muitos deles associados à redução do risco desenvolvimento das DCNT (LIU, 2004).

Dentre os efeitos biológicos exercidos por estes compostos destacam-se as atividades vasodilatadora, antimicrobiana, anti-inflamatória, anticancerígena, antiproliferativa e antioxidante (BOBINAITÉ et al, 2012; LEE et al, 2012; FOGARASI, 2015).

Os antioxidantes são compostos que, quando presente em baixas concentrações em relação a um substrato oxidável, retardam significativamente ou evitam a oxidação do referido substrato. Eles protegem o DNA, proteínas e lipídeos da membrana contra os danos oxidativos, que podem levar ao desenvolvimento de doenças degenerativas. Além disso, fornecem benefícios adicionais na prevenção de doenças e promoção da saúde (JU et al, 2009; FOGARASI et al, 2015).

Enquanto os compostos antioxidantes com atividade enzimática são capazes de bloquear a iniciação da oxidação removendo as espécies reativas do oxigênio, os compostos fenólicos, pertencentes ao grupo dos antioxidantes não-enzimáticos, neutralizam as espécies radicalares (ANGELO; JORGE, 2007).



Para o máximo de benefícios à saúde, os antioxidantes devem ser ingeridos por meio de diferentes alimentos, visto que os mesmos apresentam classes distintas de compostos fenólicos. Por exemplo, as frutas contêm teores importantes de flavonoides, enquanto os grãos são ricos em ácidos fenólicos (ADOM; LIU, 2002; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2012; LEE et al, 2012).

## **2.1 Compostos fenólicos presentes em amoras-pretas**

As plantas pertencentes à família Rosaceae têm sido amplamente utilizadas para fins terapêuticos, em países asiáticos durante séculos. O significativo conteúdo de antocianinas, taninos e ácidos fenólicos presente nestas plantas contribuem largamente para a propriedade antioxidante que apresentam (JU et al, 2009).

Dentro desta família estão inseridos gêneros de importância para a fruticultura brasileira, tais como *Malus*, *Prunus*, *Pyrus*, *Fragaria* e *Rubus*, o qual compreende espécies como, *R. sellowii*, *R. coreanus*, *R. ulmifolius* e *R. ideaus*. Estas espécies são utilizadas na medicina tradicional para combater doenças hepáticas, renais, urinárias e alérgicas (LEE et al, 2011).

Estudos prévios relatam que os frutos do gênero *Rubus* podem ser considerados interessantes fontes de compostos antioxidantes, dentre eles os taninos, ácidos fenólicos, triterpenoides, flavonoides,  $\alpha$ -tocoferol, tocotrienol e carotenoides (AZEVEDO et al, 2010; LEE et al, 2011; LEE et al, 2012; SUH et al, 2013).

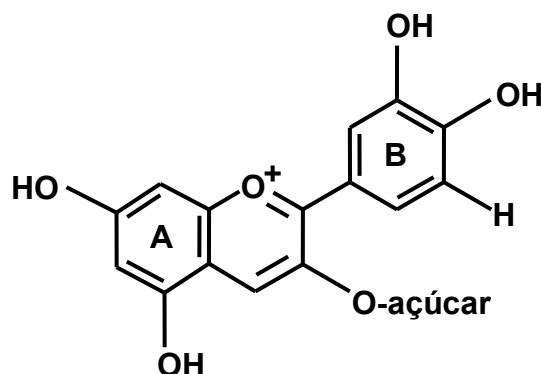
As amoras-pretas destacam-se dentro deste gênero por acumular uma quantidade consideravelmente maior de compostos fenólicos, especialmente antocianinas, que framboesas, amoras-vermelhas e alguns cultivares de groselha preta (LEE et al, 2012).

As antocianinas são pigmentos de cores brilhantes, solúveis em água, amplamente difundidas no reino vegetal e conferem as várias nuances de cores entre laranja, vermelha e azul encontradas em frutas, vegetais, flores, folhas e raízes (FRANCIS, 1989; DA SILVA et al, 2014).

Elas são estáveis em condições ácidas, porém podem se degradar por qualquer mecanismo que leve à formação de compostos escuros e/ou insolúveis (JACKMAN; SMITH, 1992). Essa degradação pode ocorrer durante o processamento

e/ou armazenamento do alimento, sendo que os fatores de maior influência são pH, temperatura, presença de oxigênio e enzimas, além de interação com outros componentes do alimento como ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e co-pigmentos (BOBBIO; BOBBIO, 1992; JACKMAN; SMITH, 1992).

As cianidinas (Figura 2) são as principais antocianinas presentes nas amoras, sendo majoritariamente cianidina-3-glucosídeo. Cianidina-3-rutinosídeo, cianidina-3-xilosídeo, cianidina-3-xilosilrutinosídeo e cianidina-3-malonilglucosídeo também já foram identificadas em amoras (LEE et al, 2012; BOBINAITĖ et al, 2012).



**Figura 1: Estrutura geral da molécula de cianidina.**

Os elagitaninos – taninos hidrolisáveis, constituem outra classe de compostos fenólicos de importância no gênero *Rubus*. Encontrados principalmente nas sementes, são substâncias sólidas amorfas com coloração branca ou amarelo pálido, que possuem um aroma característico e gosto adstringente (ANGELO; JORGE, 2007; CARVALHO, 2010; LEE et al, 2012).

Dentre as atividades biológicas exercidas pelos taninos encontram-se a antiviral, antibacteriana, antitumoral e a de proteção cardiovascular que, devido à capacidade antioxidante, inibem a oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) (CARVALHO, 2010).

Derivado do elagitanino, o ácido elágico também é citado como um dos principais compostos fenólicos da amora-preta e é responsável por diversas funções

biológicas, tais como a eliminação de radicais livres, efeitos preventivos e supressores do câncer, antiviral e atividades antibacterianas (BOBINAITÉ et al, 2012).

A amora-preta contém, ainda, em menores quantidades, ácidos fenólicos (ácido gálico, cafeico, cumárico e ferúlico), catequinas (epicatequina) e flavonóis (mirecitina, quercetina e caemferol) (SELLAPPAN et al, 2002; JACQUES, 2010), além de ácido ascórbico (HASSIMOTTO et al, 2005; HIRSCH, 2011; LEE et al, 2012).

## **2.2 Compostos fenólicos presentes no trigo**

Os grãos contêm fitoquímicos exclusivos que, quando consumidos juntos, complementam aqueles presentes em frutas e vegetais. Dentre eles, várias classes de compostos fenólicos, como os derivados dos ácidos hidroxibenzoico e hidroxicinâmico, antocianidinas, flavonas, flavanonas e flavonóis, além de quinonas, chalconas, estilbenos, lignanas, tocotrienóis, tocoferóis (ADOM; LIU, 2002; ADOM et al, 2003; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2012; WANG et al, 2014).

A maioria dos compostos fenólicos encontrados nos grãos inteiros são os ácidos fenólicos e flavonoides. Os ácidos fenólicos podem ser subdivididos em dois grupos principais: (1) derivados do ácido hidroxibenzoico, entre eles o ácido gálico, e (2) derivados do ácido hidroxicinâmico, encontrados principalmente na forma conjugada, ligada a componentes estruturais de parede celular, tais como celulose, lignina e proteínas (LIU, 2007).

Dos ácidos hidroxicinâmicos, os principais são ácido ferúlico, seguido por ácidos diferúlico, sinápico, p-cumárico e cafeico (ANDREASEN et al, 2000; VITAGLIONE et al, 2008; WANG et al, 2014).

Estes compostos exercem os seus benefícios para a saúde através de mecanismos fisiológicos multifatoriais, incluindo atividade antioxidante, mediação de hormônios e regulação das vias de sinalização celular, melhoria do sistema imunológico, facilitação do trânsito de substâncias através do trato digestivo, produção de ácido butírico no cólon e absorção e/ou diluição de substâncias no intestino (ADOM et al, 2003; WANG et al, 2014).

Nos grãos, diferentemente das frutas e vegetais, os fitoquímicos encontram-se sob a forma conjugada insolúvel, ligado a materiais da parede celular, podendo

resistir à digestão gastrointestinal e chegar intactos ao cólon (ADOM; LIU, 2002; ADOM et al, 2003).

Chegando ao cólon, estes compostos podem ser metabolizados pelas bactérias com liberação da maior parte dos fitoquímicos conjugados incluindo o ácido diferúlico e flavonoides, que apresentam atividade antioxidante. Isto explicaria em parte a redução da incidência de câncer de cólon e outras doenças crônicas associadas ao consumo de trigo e outros produtos de grãos inteiros (ANDREASEN et al, 2001; ANSON et al, 2009, CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2012).

Entretanto, os dados da literatura podem subestimar os teores de fenólicos de grãos, uma vez que a maioria dos estudos relatam apenas os níveis de fenólicos livres, não reportando os valores para fenólicos conjugados (ADOM; LIU, 2002).

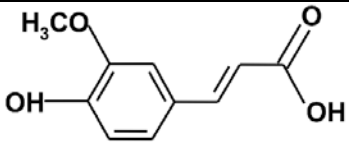
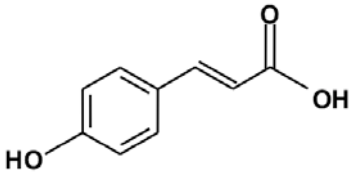
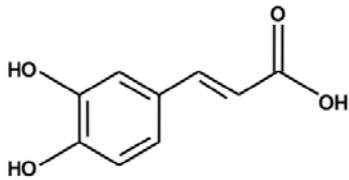
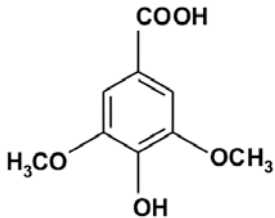
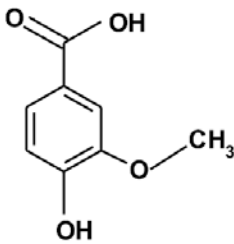
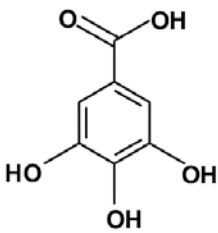
Adom et al (2003) relataram valores entre 16 e 28% de compostos fenólicos livres, enquanto o conteúdo de fenólicos conjugados variou de 72% a 84%, dependendo da variedade analisada. O conteúdo de fenólicos totais variou entre 710 - 860  $\mu\text{mol}$  de ácido gálico/100g de grãos e o teor de flavonoides total oscilou entre 105,85 e 141,83  $\mu\text{mol}$  de catequina/100g de grãos; o ácido ferúlico conjugado foi responsável por mais de 97% do teor de ácido ferúlico total para todas as variedades de trigo testadas e os resultados para ácido ferúlico livre, solúvel conjugado e conjugado foram 0,20, 1,26 e 98,54%, respectivamente (ADOM et al, 2003).

Os benefícios dos compostos fenólicos são determinados pela sua biodisponibilidade e várias tecnologias de processamento têm sido desenvolvidas para aumentar a acessibilidade dos compostos fenólicos conjugados em grãos de cereais, principalmente através da redução do tamanho das partículas (WANG et al, 2014).

Dentre os grãos, o trigo (*Triticum aestivum* L.), uma das culturas mais antigas do mundo, exerce um papel importante, por ser considerado componente básico da dieta humana, em particular nos países em desenvolvimento (ADOM et al, 2003; SUMCZYNSKI et al, 2015).

A Tabela 1 apresenta os principais ácidos fenólicos presentes no trigo e suas respectivas estruturas.

**Tabela 1: Principais ácidos fenólicos presentes no trigo**

Ácido fenólico	Estrutura	Referência
Ácido ferúlico		Adom; Liu, 2002; Adom et al, 2003; Anson et al, 2009; Su, 2006; Cheng et al, 2006. Siebenhandl et al, 2007.
Ácido p-cumárico		Su, 2006; Cheng et al, 2006; Mpofu et al, 2006; Siebenhandl et al, 2007.
Ácido cafeico		Mpofu et al, 2006.
Ácido siríngico		Su, 2006; Cheng et al, 2006; Mpofu et al, 2006.
Ácido vanílico		Cheng et al, 2006; Mpofu et al, 2006; Siebenhandl et al, 2007.
Ácido gálico		Su (2006);

No trigo, o ácido ferúlico é o principal ácido fenólico e encontra-se presente principalmente no glúten e interior da parede celular da camada de aleurona, ligado a

arabinosilanos e outros polissacarídeos ou proteínas. As células desta camada são ricas em fibras e vários compostos bioativos e, por isso, possui a maior capacidade antioxidante entre as frações do trigo (ADOM et al, 2003; ANSON et al, 2009).

O processamento de alimentos, tais como o térmico, pasteurização, fermentação e congelamento contribui para a liberação destes ácidos fenólicos conjugados (LIU, 2007).

O ácido ferúlico, quando em sua forma livre, pode ter um efeito positivo sobre a inflamação, diabetes, câncer, envelhecimento e outras desordens, possivelmente devido à sua elevada capacidade antioxidante (ADOM; LIU, 2002; ANSON et al, 2009).

O trigo contém, ainda, carotenoides, sendo a luteína o principal representante desta classe de compostos. Ela contribui para a cor dos produtos de trigo, protege os grãos contra lesões oxidativas e diminui em concentração com a maturação dos grãos (ADOM et al, 2003).

Com relação à fibra alimentar, os principais componentes são polissacarídeos não-amiláceos, incluindo fibra insolúvel (celulose, hemicelulose e lignina) e fibra solúvel (gomas e mucilagens); a fibra bruta é composta por celulose e lignina, que são partes dos grãos em casca (SUMCZYNSKI ET AL, 2015).

### **3. Produtos de grão inteiro**

Diversos estudos vêm relatando a importância do consumo de grãos integrais e seus benefícios à saúde na prevenção de doenças crônicas, como cânceres, doenças cardíacas e coronárias, diabetes tipo 2 e síndrome metabólica, além de doenças degenerativas, como Parkinson (ADOM; LIU, 2002; ADOM et al, 2003; VITAGLIONE et al, 2008; ANSON et al, 2009; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2012).

Uma ingestão habitual de grãos inteiros pode melhorar fatores de risco, tais como a resistência à insulina, dislipidemia, inflamação ou estresse oxidativo, apesar dos estudos de intervenção que investigam o efeito de grãos inteiros na regulação do metabolismo da glicose/insulina ainda apresentarem resultados conflitantes (GIACCO et al, 2014).

Os benefícios da ingestão de grãos inteiros não são atribuídos apenas à um composto, mas os efeitos combinados de fibra dietética, compostos fenólicos e outros

compostos bioativos presentes nos grãos que, juntos, atuam sinergicamente (ADOM; LIU, 2002; WANG et al, 2014).

A farinha de grão inteiro contém os principais componentes do grão: endosperma, germe e farelo (incluindo a camada de aleurona) e estes estão presentes nas mesmas proporções existentes no grão intacto (AACCI, 1999; LIU, 2007).

Considerando que a maioria dos componentes benéficos à saúde (fibras, minerais, vitaminas, aminoácidos básicos e fitoestrógenos) estão situados no farelo e germe, o consumo de grão inteiro é consideravelmente superior quando comparado com produtos refinados, que utilizam somente as partes internas do grão (ARVOLA et al, 2007).

Produtos de grãos inteiros fornecem, além de fibra dietética, carboidratos complexos, sais minerais, vitaminas e fitoquímicos, incluindo compostos fenólicos, carotenoides, vitamina E, glutatona e esteróis. Entretanto, os minerais presentes em produtos integrais não são biodisponíveis devido às elevadas concentrações de fitatos (LIU, 2007; SANZ-PENELLA; HAROS, 2014; DEMIR; ELGÜM, 2014).

O “Guia Dietético para Americanos” recomenda que indivíduos saudáveis consumam, no mínimo, três porções de grãos integrais por dia. Porém, mesmo com todas as evidências científicas sobre os benefícios de se seguir esta recomendação, poucos americanos a cumprem, dando preferência para os grãos refinados, associados ao desenvolvimento de DCNT, mas que são mais abundantes, convenientes e baratos (ANDREYEVA; LUEDICKE, 2013).

#### **4. Amoras-pretas (*Rubus* sp.)**

Caracterizada por seu intenso aroma e sabor agridoce, a amora-preta *in natura* apresenta, em média, 85% de água, 10% de carboidratos, com elevado conteúdo de minerais, vitaminas A e B, cálcio, magnésio e fibras, além de pequenas quantidades de ácidos linoleico e linolênico e fibras (ANTUNES, 2006; LEE et al, 2012).

Além das propriedades nutricionais e sensoriais, a amoreira-preta, apresenta baixo custo de implantação e manutenção do pomar, baixa necessidade de utilização de defensivos agrícolas e possibilidade de alto retorno econômico. Assim, tem se mostrado como boa opção de cultivo dentro da agricultura familiar e,

consequentemente, apresentado expressivo crescimento na produção nacional (CAMPAGNOLO; PIO, 2012).

O grande problema da amora é que ela é altamente perecível e susceptível às perdas durante o manuseio e pós-colheita – há uma tendência à degradação dos compostos fenólicos quando as bagas são colhidas completamente maduras, além da safra ser concentrada apenas em alguns meses do ano – novembro a dezembro (ANTUNES, 2006; EICHHOLZ et al, 2014). Isso tem motivado o desenvolvimento de produtos processados com maior vida de prateleira como estratégia para superar estes problemas.

A agroindústria é parte importante da cadeia de frutas, pois reduz os desperdícios e as perdas oriundas dos processos de seleção e classificação, promove o aproveitamento dos excedentes de safra, cria empregos permanentes e satisfaz o novo perfil do consumidor que busca alimentos saudáveis e com praticidade (MARQUES, 2008).

A amora-preta oferece opções de renda ao produtor, que pode destinar suas frutas ao mercado *in natura*, indústria de sucos, produtos lácteos e congelados e fabricação de geleias caseiras, possibilitando agregar valor ao produto (ANTUNES, 2006).

Além do mais, a produção de frutas desidratadas vem ganhando mercado. A retirada de água aumenta a vida de prateleira e permite a manutenção deste produto em temperatura ambiente, sem despesas com a utilização das técnicas de conservação pelo frio e ainda possibilita a formulação de outros produtos (VIEIRA et al., 2007).

Devido ao seu elevado valor nutricional e comercial, as frutas necessitam de uma atenção especial na hora da escolha da técnica de desidratação a ser utilizada, uma vez que esta deve preservar seus nutrientes e permitir que o produto final seja isento de conservantes (MARQUES, 2008).

Por trabalhar com baixas temperaturas e, geralmente sob vácuo, a liofilização é recomendada para materiais termosensíveis, tais como as frutas tropicais. Neste processo ocorre retirada da umidade contida no material através do congelamento da parte líquida e posterior sublimação do gelo (MARQUES, 2008).



A liofilização apresenta algumas vantagens perante outros tipos de secagem, como redução da desnaturação oxidativa e reações degradativas, facilidade de reconstituição do produto, preservação das propriedades químicas e/ou físicas da fruta, não ocorre desnaturação proteica, perda de compostos voláteis (sabor e aroma) e vitaminas termosensíveis, os quais são muito suscetíveis às modalidades de processamento que empregam temperaturas elevadas, como a secagem convencional (VIEIRA et al, 2012).

Todos estes fatores fazem com que, apesar do elevado custo do processamento e consequentemente do produto final, a liofilização continua sendo difundida e utilizada pela indústria alimentícia (MARQUES, 2008).

Outra alternativa seria a produção de farinha que, segundo Fazio et al (2013), a caracterização dos componentes bioativos nas farinhas de semente de frutas e demonstração do potencial de suas propriedades benéficas podem levar à utilização do valor agregado neste produto, aumentando o lucro das indústrias de produção e processamento de frutas.

Esta caracterização reforça a sua posição no mercado, atingindo tanto mercados específicos criados pela demanda dos consumidores por novos produtos capazes de manter a saúde e prevenir doenças, bem como o crescente mercado de ingredientes funcionais (PAZ, 2015).

## **5. Cookies**

O enriquecimento de alimentos à base de cereais tem recebido atenção considerável. Biscoitos, por serem prontos para o consumo e apresentarem vida de prateleira relativamente longa, são amplamente aceitos e consumidos em muitos países, por todas as faixas etárias e, portanto, tornam-se um veículo valioso na suplementação das necessidades nutricionais quando enriquecidos com fontes de fibras, proteínas, compostos bioativos, entre outros (ZUCCO et al, 2011; ŠKRBIĆ; CVEJANOV, 2011; BASSINELO et al, 2011; PÉREZ 2013; GUPTA et al, 2011; COSTA et al, 2012).

Por ser muito atrativo aos consumidores, principalmente às crianças, torna-se interessante produzir biscoitos enriquecidos por razões econômicas, nutricionais e organolépticas (VITTI, 1979).

Biscoitos são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005).

O termo *cookie*, empregado nos Estados Unidos e na Inglaterra, pode ser considerado como sinônimo de biscoito (MANLEY, 1983). *Cookie* também pode ser definido como produtos assados à base de cereais que possuem altos níveis de açúcar e de gordura e baixos níveis de umidade (1-5%) (PAREYT et al, 2009; GÖKMEN et al, 2008).

Formulações típicas incluem 30-70% de açúcar, 30-60% de gordura e 7-20% de água em base-farinha (ŠKRBIĆ; CVEJANOV, 2011). Por serem produtos que apresentam baixo volume específico, geralmente requerem trigo mole, com baixo teor de proteína, ao contrário do pão, onde o teor de glúten é importante e tem uma grande influência sobre o volume no produto final (SHARMA; GUJRAL, 2014).

O açúcar exerce papel importante na textura (fraturabilidade), no sabor, na doçura e cor do biscoito e o aumento de suas concentrações geralmente aumenta o espalhamento, reduzindo a espessura dos biscoitos. Também é importante para uma maior conservação do produto, pelo seu poder de reter umidade. Por outro lado, as gorduras contribuem para lubrificar a massa, facilitar o processo e reduzir os tempos de mistura, melhorar a absorção, aumentar o volume, melhorar a cor, suavizar as superfícies e proporcionar o amaciamento da massa (MORAES et al, 2010).

A reação de *Maillard* desempenha um papel importante durante a cocção dos biscoitos, sendo fundamental para desenvolvimento de cor e sabor. Portanto, deve-se atentar para os ingredientes adicionados na formulação e a influência que irão exercer nos atributos nutricionais, tecnológicos e sensoriais do *cookie*, uma vez que a aceitabilidade dos consumidores continua a ser o fator determinante para a aplicação de um produto recém-desenvolvido (PÉREZ et al, 2013; ŠKRBIĆ; CVEJANOV, 2011).

Segundo El-Dash e Germani (1994), os consumidores passam a aceitar novos produtos desde que os mesmos possam fazer parte de seus hábitos alimentares, sejam gostosos, de boa qualidade e ainda, que seu preço esteja em condição de competir com o do produto convencional.

Em 2014, a venda de biscoitos no Brasil, segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados - ABIMAPI, movimentou R\$19,671 bilhões e os *cookies* representaram 4,57% destas vendas. No total, foram produzidas 1.227,10 toneladas de biscoitos, o que corresponde a um consumo *per capita* de 6,05 Kg por habitante (ABIMAPI, 2016).

O preparo de produtos diferenciados pode aumentar o valor econômico e ocupar mercados específicos, como o de alimentos funcionais. Do ponto de vista nutricional, pode-se melhorar a qualidade deste produto incluindo ingredientes como vitaminas, minerais, farinha de soja, gérmen de trigo, leite enriquecido e mel na formulação (ŠKRBIĆ; CVEJANOV, 2011), tornando-os interessantes para programas de alimentação infantil e grupos de baixa renda, por exemplo (PÉREZ et al, 2013).

Portanto, os *cookies* apresentam um grande potencial para suprir necessidades dietéticas especiais e torna-se interessante a adição, em sua formulação, de frutas tropicais devido ao seu poder antioxidante.

## 6. Referências bibliográficas

ABIMAPI - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados. Disponível em: <http://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php> > Acessado em: 01 de fevereiro de 2016.

ADOM, K.K.; LIU, R.H. Antioxidant Activity of Grains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, p. 6182-6187. 2002.

ADOM, K.K.; SORRELLS, M.E.; LIU, R.H. Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of Wheat Varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 51, p. 7825-7834. 2003.

ANDREASEN, M. F.; KROON, P. A.; WILLIAMSON, G.; GARCIA-CONESA, M. T. Intestinal release and uptake of phenolic antioxidant diferulic acids. **Free Radical Biol. Med.** v. 31, p. 304-314, 2001.

ANDREYEVA, T.; LUEDICKE, J. Federal food package revisions: Effects on purchases of whole-grain products. **American Journal of Preventive Medicine**. v. 45, n.4, p. 422-429. 2013.

ANSON, N.M.; VAN DEN BERG, R.; HAVENAAR, R.; BAST, A.; HAENEN, G.R.M.M. Bioavailability of ferulic acid is determined by its bioaccessibility. **Journal of Cereal Science**. v. 49, p. 296-300. 2009.

ANTUNES, L.E.C. Amora-preta (*Rubus* spp). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 28, n. 3, p. 339-558. 2006.

ARVOLA, A.; LÄHTEENMÄKI, L.; DEAN, M.; VASSALLO, M.; WINKELMANN, M.; CLAUPEIN, E.; SABA, A.; SHEPHERD, R. Consumers' beliefs about whole and refined

grain products in the UK, Italy and Finland. **Journal of Cereal Science**. v. 46, p. 197-206. 2007.

BOBINAITÉ, R.; VIŠKELISA, P.; VENSKUTONIS, P.R. Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. **Food Chemistry**. v. 132 (3), p. 1495–1501. 2012.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 223p. 1995.

BRASIL. Resolução RDC n° 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “**Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**” constante do anexo desta Resolução. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: [http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA%20263-2005.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA%20263-2005.pdf) > Acesso em: 13 de dezembro de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Subsecretaria de Planejamento e Orçamento. **Plano Nacional de Saúde – PNS: 2012-2015** / Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Subsecretaria de Planejamento e Orçamento. – Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 114 p.: il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

CAMPAGNOLO, M.A; PIO, R. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de cultivares de amoreira-preta coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência Rural**. v. 42 (2). p. 232-237. 2012.

CARRILLO, E; PRADO-GASCÓ, V.; FISZMAN, S.; VARELA, P. Why buying functional foods? Understanding spending behaviour through structural equation modelling. **Food Research International**. v. 50 (1). p. 361-368. 2013.

CARVALHO, M.R. **Estudos sobre a síntese de elagitaninos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências - Área: Química) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São, 2010.

CHANDRASEKARA, A.; SHAHIDI, F. Bioaccessibility and antioxidante potential of millet of millet grain phenolics as affected by simulated in vitro digestion and microbial fermentation. **Journal of Functional Foods**. v.4. p. 226-237. 2012.

CHENG, Z.; SU, L.; MOORE, J.; ZHOU, K.; LUTHER, M.; YIN, J.J.; YU, L. Effects of Postharvest Treatment and Heat Stress on Availability of Wheat Antioxidants. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 54 (15). p. 5623–5629. 2006.

COSTA, J.N.; SOARES, D.J.; CARNEIRO, A.P.G.; MOURA, S.M.; RODRIGUES, C.S.; FIGUEIREDO, R.W. Composição centesimal e avaliação sensorial de biscoito tipo *cookies* acrescido de maracujá em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n.2, p.143-147, 2012.

DA SILVA, L.S.; COTTA, R.M.M.; ROSA, C.O.B. Estratégias de promoção da saúde e prevenção primária para enfrentamento das doenças crônicas: revisão sistemática. **Revista Panamericana de Salud Pública**. v. 34 (5). p. 343-350. 2013.

DEMIR, M.K.; ELGÜM, A. Comparison of autoclave, microwave, IR and UV-C stabilization of whole wheat flour brannny fractions upon the nutritional properties of whole wheat bread. **Journal of Food Science and Technology**. v. 51 (1), p. 59-66. 2014.

DINGA, Y.; VEEMAN, M.M.; ADAMOWICZ, W.L. Functional food choices: Impacts of trust and health control beliefs on Canadian consumers' choices of canola oil. **Food Policy**. v. 52. pp. 92-98. 2015.

EICHHOLZ, I.; HUYSKENS-KEIL, S; ROHN, S. Processing and Impact on Active Components in Food. **Chapter 21: Blueberry Phenolic Compounds: Fruit Maturation, Ripening and Post-Harvest Effects**. Academic Press, p. 173-180. 2014.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de Farinhas Mistas: Uso de Farinhas Mistas na Produção de Biscoitos**. Brasília: EMBRAPA - SPI, v. 6, 47 p. 1994.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> Acessado em 27/01/2016

FAZIO, A.; PLASTINA, P.; MEIJERINK, J., WITKAMPB, R.F.; GABRIELE, B. Comparative analyses of seeds of wild fruits of Rubus and Sambucus species from Southern Italy: Fatty acid composition of the oil, total phenolic content, antioxidant and anti-inflammatory properties of the methanolic extracts. **Food Chemistry**. v. 140 (4), 15, p. 817–824. 2013.

FOGARASI, A.L.; KUN, S.; TANKÓ, G.; STEFANOVITS-BÁNYAI, E.; HEGYESNÉ-VECSERI, B. A comparative assessment of antioxidante properties, total phenolic contente of einkorn, wheat, barley and their malts. **Food Chemistry**. v.167, p. 1-6. 2015.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Alimentos funcionais e suas perspectivas no mercado brasileiro. Revista FI. n. 30. 2014. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/408.pdf> Acessado em: 26/01/2016.

FRANCIS, F.J. Food colorants: anthocyanins. Critical Reviews. **Food Science and Nutrition**, v.28, p.273-314, 1989.

FUNKE, M. Notícia: Anvisa registra 91 alimentos funcionais em 2013. ABIFISA - Associação Brasileira das Empresas do Setor Fitoterápico, Suplemento Alimentar e de Promoção da Saúde. 11 fev. 2014. Disponível em: <http://www.abifisa.org.br/noticia/11-02-2014-anvisa-registra-91-alimentos-funcionais-em-2013> Acessado em: 26/01/2016.

GIACCO, R.; COSTABILE, G.; DELLA PEPA, G.; ANNIBALLI, G.; GRIFFO, E.; MANGIONE, A.; CIPRIANO, P.; VISCOVO, D.; CLEMENTE, G.; LANDBERG, R.; PACINI, G.; RIVELLESE, A.A.; RICCARDI, G. A whole-grain cereal-based diet lowers postprandial plasma insulin and triglyceride levels in individuals with metabolic syndrome. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**. v. 24, p. 837-844. 2014.

GOETZKE, B.; NITZKO, S.; SPILLER, A. Consumption of organic and functional food. A matter of well-being and health? **Appetite**. v. 77C, p. 94-103. 2014.

GÖKMEN, V. et al. Significance of furosine as heat-induced marker in *cookies*. **Journal of Cereal Science**. v. 48, n. 3, p. 843-847, 2008.

GUPTA, M.; BAWA, A.S.; ABU-GHANNAM, N. Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional properties of *cookies*. **Food and Bioproducts Processing**. v. 89, p. 520-527. 2011.

HASSIMOTTO, N.M.A. **Atividade antioxidante de alimentos vegetais. Estrutura e estudo de biodisponibilidade de antocianinas amora silvestre (*Morus sp.*)**. 2005. 159p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

HIRSCH, G.E. **Valor nutricional e capacidade antioxidante de diferentes genótipos de amora-preta (*Rubus sp.*)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais da Universidade Estadual de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

JACQUES, A.C.; PERTUZATTI, P.B.; BARCIA, M.T.; ZAMBIAZI, R.C.; CHIM, J.F.; Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy. **Química Nova**. v. 33, n. 8, p. 1720-1725. 2010.



KEMPINSKI, C. Alimentos funcionais vêm conquistando lares brasileiros. **Empreendedor**. Disponível em: <http://empreendedor.com.br/noticia/alimento-funcional-vem-ganhando-espaco-nos-lares-brasileiros/> Acessado em: 26/01/2016.

KESERVANI, R.K.; SHARMA, A.K.; AHMAD, F.; BAIG, M.E. Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World: **Chapter 19 – Nutraceutical and Functional Food Regulations in India** (Second Edition) A volume in Food Science and Technology. p. 327–342. 2014.

LEE, J.; DOSSETT, M.; FINN, C.E. *Rubus* fruit phenolic research: The good, the bad, and the confusing. **Food Chemistry**. v. 130 (4), p. 785-796. 2012.

LIU, R.H. Whole grain phytochemicals and health. **Journal of Cereal Science**. v. 46, p. 207-219. 2007.

MANLEY, D.J.R. **Technology of biscuits: crackers and cookies**. England: Ellis Horwood. p. 446. 1983.

MARQUES, L.G. **Liofilização de frutas tropicais. 2008**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MATTIETTO, R. A.; SOARES, M. S.; RIBEIRO, C. C. Caracterização física e físico-química do fruto de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) proveniente de Belém – PA. In: **Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangaba**, 1, 2003, Aracaju. Anais... Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD.

MORAES, K.S.; ZAVAREZE, E.R.; MIRANDA, M.Z.; MELLADO, M.M.S. Technological evaluation of *cookies* with lipid and sugar content variations. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30 (1), p. 233-242. 2010.

MPOFU, A.; SAPIRSTEIN, H.D.; BETA, T. Genotype and Environmental Variation in Phenolic Content, Phenolic Acid Composition, and Antioxidant Activity of Hard Spring Wheat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 54 (4). p. 1265–1270. 2006.

NERI-NUMA, I.A.; CARVALHO-SILVA, L.B.; MORALES, J.P.; MALTA, L.G.; MURAMOTO, M.T.; FERREIRA, J.E.M.; DE CARVALHO, J.E.; RUIZ, A.L.G.R.; MARÓSTICA JUNIOR, M.R.; PASTORE, G.M. Evaluation of the antioxidante, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit ( *Eugenia stipitata* Mc Vaugh - Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. **Food Research International**. v. 50, p.70-76. 2013

OMS – Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/> (acesso em 04/02/2015).

PAREYT, B. et al. The role of sugar and fat in sugar-snap *cookies*: Structural and textural properties. **Journal of Food Engineering**, v. 90, n. 3, p. 400-408, 2009.

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M.F.; CARVALHO, A.P.; DOMINGUES, V.F.; GOMES, A.M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**. v. 172, p. 462-468. 2015.

PÉREZ, S.; MATTA, E.; OSELLA, C.; DE LA TORRE, M.; SÁNCHEZ, H.D. Effect of soy flour and whey protein concentrate on *cookie* color. **LWT – Food Science and Technology**. v. 50, p. 120-125. 2013.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology & Medicine**. v.20, p.933-956, 1996.

RODRÍGUEZ-ROQUE, M.J.; ANCOSB, B.; SÁNCHEZ-MORENOB, C.; PILAR CANOC, M.P.; ELEZ-MARTÍNEZA, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Impact of food matrix and processing on the in vitro bioaccessibility of vitamin C, phenolic compounds, and hydrophilic antioxidant activity from fruit juice-based beverages. **Journal of Functional Foods**. v. 14, p. 33–43. 2015.

SANZ-PENELLA, J.M.; HAROS, M. Wheat and Rice in Disease Prevention and Health Benefits, risks and mechanisms of whole grains in health promotion. **Chapter 2 – Whole Grain and Phytate-Degrading Human Bifidobacteria**. p. 17–31. 2014.

SHARMA, P.; GUJRAL, H.S. Cookie making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxidant properties. **LWT – Food Science and Technology**. v. 55, p. 301-307. 2014.

SIEBENHANDL, S.; GRAUSGRUBER, H.; PELLEGRINI, N.; DEL RIO, D.; FOGLIANO, V.; PERNICE, R.; BERGHOFER, E. Phytochemical Profile of Main Antioxidants in Different Fractions of Purple and Blue Wheat, and Black Barley. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 55 (21). p. 8541–8547. 2007.

ŠKRBIĆ, B.; CVEJANOV, J. The enrichment of wheat *cookies* with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: Impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties. **Food Chemistry**. v. 124, p. 1416–1422. 2011.

STRATTON, L.M.; VELLA, M.N.; SHEESHKA, J. DUNCAN, A.M. Food neophobia is related to factors associated with functional food consumption in older adults. **Food Quality and Preference**. v. 41. p. 133-140. 2015.

SU, L. **Effects of post-harvest treatment and heat stress on the antioxidant properties of wheat**. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Departamento de Nutrição e Ciência de Alimentos. University of Maryland. 2006.

SUMCZYNSKI, D.; BUBELOVA, Z.; SNEYD, J.; ERB-WEBER, S.; M, J. Total phenolics, flavonoids, antioxidant activity, crude fibre and digestibility in non-traditional wheat flakes and muesli. **Food Chemistry**. v. 174, p. 319-325. 2015.

TUR, J.A; BIBILONI, M.M. Functional Foods. In: Reference Module in Food Science Encyclopedia of Food and Health. 2016.

VELIOGLU, Y.S.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B.D. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.4113-4117, 1998.

VIEIRA, A.P.; NICOLETI, J.F.; TELIS, V.R.N. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação cinética da secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 15, n. 1, p. 50-58. 2012.

VITAGLIONE, P.; NAPOLITANO, A.; FOGLIANO, V. Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. **Trends in Food Science and Technology**. v. 19, p. 451-463. 2008.

VITTI, P.; LEITÃO, R.F.F.; PIZZINATTO, A.; BAR, W.H. **O uso de farinhas mistas em pão, biscoito e macarrão**. Campinas. SP: ITAL, 1979.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R.L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.701-705, 1996.

WANG, T.; HE, F.; CHEN, G. Improving bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in cereal grains through processing technologies: A concise review. **Journal of Functional Foods**. v. 7, p. 101-111. 2014.

ZUCCO, F.; BORSUK, Y.; ARNTFIELD, S.D. Physical and nutritional evaluation of wheat *cookies* supplemented with pulse flours of different particle sizes. **LWT – Food Science and Technology**. v. 44, p. 2070-2076, 2011.

## **CAPÍTULO 2 - EFEITO DA ADIÇÃO DE AMORAS-PRETAS (*Rubus* sp.) EM COOKIES DE GRÃOS INTEIROS: POTENCIAL FUNCIONAL SEM PREJUÍZO DAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS**

**Artigo à ser submetido ao periódico *Journal of Functional Foods*.**

Ana Paula Aparecida Pereira<sup>1\*</sup>, Marcio Schmiele<sup>2</sup>, Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici, Glaucia Maria Pastore<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratório de Bioaromas e Compostos Bioativos, Departamento de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

[\\*nutri.anapaulapereira@gmail.com](mailto:nutri.anapaulapereira@gmail.com)

<sup>2</sup> Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

## Resumo

Neste trabalho foi avaliado o efeito da adição da combinação de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), farinha de amora-preta (FAP) e amora-preta em pedaços (APP) na formulação de *cookies*. Como método estatístico para otimização das condições de processamento, foi aplicado um delineamento composto central rotacional (DCCR) aplicável à metodologia de superfície de resposta, considerando  $F_{calc} > F_{tab}$ ,  $p \leq 0,10$  and  $R^2 \geq 0,70$ . Dentro da faixa estudada (de 14 a 88% de FTGI, de 0 a 10% de APP e de 0 a 5% de FAP), a adição destes ingredientes aumentou o teor de compostos fenólicos (de  $826,47 \pm 0,00$  a  $1635,59 \pm 0,01$  mgEAG/100g de *cookies*), antocianinas totais (de  $13,35 \pm 0,49$  a  $72,13 \pm 0,06$  mgECG/Kg de *cookies*) e fibras (de 18,88 a 46,01 g/100g de *cookies*). Também aumentou a fraturabilidade (de  $63,54 \pm 3,76$  a  $174,96 \pm 14,59$  N) e melhorou a cor ( $\Delta E$  de 12,48 a 23,23) dos biscoitos integrais, tornando-os mais atrativos, e não interferiu nos parâmetros umidade,  $A_w$ , rendimento e volume específico, que apresentaram valores médios de  $1,52 \pm 0,71\%$ ,  $0,38 \pm 0,04$ ,  $2,66 \pm 0,19$  cm<sup>3</sup>/g e  $87,08 \pm 1,67$  g de *cookies*/100g de massa, respectivamente. Estes resultados mostraram que é possível adicionar estes ingredientes, aumentando o potencial funcional dos biscoitos, sem causar prejuízos nas características tecnológicas, e obter boa aceitação sensorial. Além do mais, o uso da amora-preta desidratada em farinha e pedaços aumenta sua estabilidade durante o armazenamento e amplia suas possibilidades de uso em produtos alimentícios, como em *cookies*, cujos ingredientes devem ter baixa umidade, para manter o equilíbrio entre os ingredientes adicionados na formulação.

**Palavras-chave:** *Rubus sp.*, amora-preta, farinha de trigo de grão inteiro, *cookie*.

## Abstract

This study evaluated the effect of partial replacement of wheat flour by whole grain wheat flour (WGWF), and the addition of blackberry flour (BF) and freeze-dried blackberry (FDB) in cookies with functional claim. A statistical method for process conditions optimization was conducted using a central composite design (CCD), within the range studied (from 14 to 88% of WGWF, 0 to 10% of FDB and 0 to 5% BF). The addition of these ingredients increased the total phenolic compounds (from  $826.47 \pm 0.00$  to  $1635.59 \pm 0.01$  mgGAE /100g cookies), total anthocyanins content (from  $13.35 \pm 0.49$  to  $72.13 \pm 0.06$  mgCGE / kg cookies) and dietary fibers (from 18.88 to 46.01 g / 100g of cookies). Also, the hardness was increased (from  $63.54 \pm 3.76$  to  $174.96 \pm 14.59$  N) and improved color ( $\Delta E$  12.48 to 23.23) of whole grain cookies, making them more attractive without interfering in moisture, water activity, yield and specific volume parameters, which showed mean values of  $1.52 \pm 0.71\%$ ,  $0.38 \pm 0.04$ ,  $87.08 \pm 1.67$  g cookies/100 g dough,  $2.66 \pm 0.19$  g/cm<sup>3</sup> respectively. These results showed that it is possible to add these ingredients, increasing the functional potential of cookies with interesting sensory acceptance, without causing damage to technological characteristics. Moreover, the use of FDB and BF increases their stability during storage and expands its possibilities of use in bakery products.

**Keywords:** cookies, whole grain wheat flour, blackberry, *Rubus* sp.



## 1. Introdução

Diversos estudos vêm demonstrando a importância da adição de ingredientes ricos em fibras e compostos fenólicos, como farinha de milho de pipoca vermelho escuro e azul (ŽILIĆ et al, 2016), farinha de baru (PINELI et al, 2015), cevada (GUPTA et al, 2011; SHARMA; GUJRAL, 2014), semente de girassol (ŠKRBIĆ; CVEJANOV, 2011), gergelim (CLERICI et al, 2013), feijão e lentilha (ZUCCO et al, 2011), entre outros, em *cookies*.

Além disso, tem sido amplamente citado na literatura os benefícios do consumo de grãos integrais à saúde na prevenção de doenças crônicas, como câncer, doenças cardíacas e coronárias, diabetes tipo 2, síndrome metabólica e também doenças degenerativas, como Parkinson (ADOM et al, 2003; VITAGLIONE et al, 2008; ANSON et al, 2009; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2012).

Estes benefícios não são atribuídos apenas à um único composto, mas aos efeitos combinados de fibra alimentar, compostos fenólicos e outros compostos bioativos presentes nos grãos que, juntos, atuam sinergicamente (ADOM; LIU, 2002; WANG et al, 2014).

Os compostos bioativos exercem diversos efeitos biológicos, como vasodilatador, anti-inflamatório, anticancerígeno, antiproliferativo, sendo o principal o antioxidante (BOBINAITÉ et al, 2012; LEE et al, 2012; FOGARASI, 2015), geralmente relacionada à presença de compostos fenólicos (PAZ et al, 2015).

O nível de atividade depende do composto fenólico presente, de suas concentrações e interações sinérgicas e, para conseguir o máximo de benefícios para a saúde, estes compostos devem ser ingeridos a partir de fontes variadas, como frutas, vegetais e alimentos integrais (CHANDRASEKARA & SHAHIDI, 2012; ADOM & LIU, 2002).

Os grãos contêm várias classes de compostos fenólicos conjugados ligados às fibras e aleurona, como os derivados dos ácidos benzoico e cinâmico, sendo o principal o ácido ferúlico (ADOM et al, 2003; CHANDRASEKARA & SHAHIDI, 2012; WANG et al, 2014). Por outro lado, as amoras-pretas são ricas em antocianinas, destacando-se a cianidina-3-glucosídeo (JACQUES, 2010), e suas sementes contêm elagitaninos (LEE et al, 2012). A adição destas duas fontes de compostos fenólicos

poderia melhorar as propriedades nutricionais dos *cookies* por aumentar o teor de compostos bioativos, porém estes podem levar a mudanças sensoriais e tecnológicas.

Assim, este estudo avaliou o efeito da substituição parcial de farinha de trigo branca por farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), e adição de farinha de amora-preta (FAP) e amora-preta liofilizada (APP) nas propriedades tecnológicas, bem como o efeito do processamento nas propriedades funcionais *in vitro* de *cookies*.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Matéria prima**

Para a produção dos *cookies* foram utilizados os seguintes ingredientes: trigo em grão do moinho Sul Mineiro S/A (Varginha, Minas Gerais, Brasil); gordura de palma Cargill e DATEM (Éster de ácido tartárico mono e diglicerídeo) da Emulzint. As amoras-pretas foram adquiridas, *in natura*, no CEAGESP – SP. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

#### **2.1.1 Obtenção FTGI e farinha de trigo refinada**

Para obtenção FTGI, o trigo foi condicionado à 5°C, durante 24 horas, para uma umidade de 15% e, então, foi realizada a moagem dos grãos em moinhos de rolos (Brabender Quadrumat Senior), passando pelos sistemas de quebra e de redução, sem passar pelo conjunto de peneiras.

Foi realizada também a moagem dos grãos para a obtenção das quatro frações: farinha de quebra, farinha de redução, farelo e farelinho. Nesse caso, a moagem ocorreu passando pelos sistemas de quebra e de redução, e também pelas peneiras. As farinhas foram embaladas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) pigmentados de branco com dióxido de titânio 1,5% e estocada em local fresco.

#### **2.1.2 Obtenção da farinha de amora-preta**

As amoras foram selecionadas, sanitizadas, liofilizadas (Liotop LP820, Liobras Comércio e de Liofilizadores, São Carlos, Brasil) por 48 horas, embaladas em embaladora modelo 200B (Selovac, São Paulo, Brasil) com uso de vácuo (700 mmHg)

em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e pigmentados de branco com dióxido de titânio 1,5% e congeladas à -18°C até o momento da moagem, que foi realizada em moinho de faca (TE 020, Tecnal, Piracicaba, Brasil).

## **2.2 Reagentes químicos**

O reagente Folin Ciocalteu foi comprado da Dinâmica (São Paulo, Brasil); ácido gálico da Sigma-Aldrich (São Paulo, Brasil); álcool metílico da Synth (Diadema, Brasil); ácido clorídrico da Chemco (Campinas, Brasil); carbonato de sódio da Ecibra (Santo Amaro, Brasil); Cianidina-3-glucosídeo (Kuromarin) Extrasyntese (Genay, França).

## **2.3 Caracterização das FTGI e farinha de trigo refinada**

**2.3.1 Rendimento:** foi determinado com base no peso inicial do trigo e no peso total das farinhas (de trigo refinada e FTGI) obtidas após o processo de moagem.

**2.3.2 Farinografia:** determinada de acordo com o método 54-21.02 da AACCI (2010) usando farinógrafo modelo 810130 (Brabender, Duisburg, Alemanha).

**2.3.3 Fibra alimentar total:** O teor de fibras totais das farinhas de trigo e de grão inteiro foi determinado de acordo com o método 32-10 (AACC, 1995).

## **2.4 Caracterização da farinha de amora-preta**

**2.4.1 Cor:** foi realizada com o espectrofotômetro Mini Scan XE 45/0-L (HUNTERLAB, FAIRFAX, Virginia 22030, USA), usando o sistema CIE L\* (luminosidade, que varia de zero (preto) a 100 (branco)) a\* (+a\* indica tendência para o ho e -a\* tendência para o verde) b\*, (+b\* indica tendência para o amarelo e -b\* tendência para o azul) (HUNTERLAB, 1998).

**2.4.2 Fibra alimentar total:** O teor de fibras totais da amora-preta foi determinado de acordo com o método 985.29 (AOAC, 1985).

## 2.5 Preparo dos *cookies*

Os *cookies* foram preparados de acordo com o método de duas fases com formação de creme, usando como base a formulação de Brito et al (2011), com algumas modificações. A formulação base está apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1: Formulação base dos *cookies* com farinha de trigo de grão inteiro**

Ingredientes	%	Massa (g)
Farinha de Trigo	49,0	139,8
Farinha de Grão Inteiro	51,0	145,5
Gordura	40,0	114,1
Açúcar Mascavo	11,9	34,2
Açúcar Refinado	18,1	51,7
Açúcar de Confeiteiro*	20,0	57,1
Sal	1,6	4,6
Lecitina de Soja	0,6	1,7
Leite em Pó	0,4	1,1
DATEM**	0,4	1,1
Fermento Químico	1,4	4,0
Bicarbonato de Amônia	0,8	2,3
Água	19,3	55,0

\*Açúcar de confeiteiro: açúcar com adição de 3% de amido de milho. \*\*DATEM: Monoglicerídeos de ésteres de ácido tartárico diacetilados.

Para avaliar o efeito combinado das variáveis FTGI, FAP e APP, foi utilizado um delineamento composto central rotacional (DCCR) aplicável à Metodologia de Superfície de Resposta (RODRIGUES; IEMMA, 2014) com três variáveis independentes (Tabela 2), num total de 18 experimentos, com 4 repetições do ponto central, considerando F calculado maior que F tab e  $p \leq 0,10$ , para avaliação das características tecnológicas e funcionais, que foram as variáveis dependentes. Foi feito um *cookie* controle sem FTGI, APP e FAP.

**Tabela 2: Delineamento Compostos Central Rotacional com os valores codificados e reais**

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	FTGI (g)	APP (g)	FAP (g)
1	-1	-1	-1	82,73	5,71	2,85
2	1	-1	-1	208,26	5,71	2,85
3	-1	1	-1	82,73	22,82	2,85
4	1	1	-1	208,26	22,82	2,85
5	-1	-1	1	82,73	5,71	11,41
6	1	-1	1	208,26	5,71	11,41
7	-1	1	1	82,73	22,82	11,41
8	1	1	1	208,26	22,82	11,41
9	-1,68	0	0	39,94	14,26	7,13
10	1,68	0	0	251,06	14,26	7,13
11	0	-1,68	0	145,50	0,00	7,13
12	0	1,68	0	145,50	28,53	7,13
13	0	0	-1,68	145,50	14,26	0,00
14	0	0	1,68	145,50	14,26	14,26
15	0	0	0	145,50	14,26	7,13
16	0	0	0	145,50	14,26	7,13
17	0	0	0	145,50	14,26	7,13
18	0	0	0	145,50	14,26	7,13
Controle	-	-	-	0,00	0,00	0,00

FTGI: farinha de trigo de grão inteiro; APP: amora-preta em pedaços; FAP: farinha de amora-preta.

As variáveis foram estabelecidas em cinco níveis codificados como  $-\alpha$ ,  $-1$ ,  $0$ ,  $+1$ ,  $+\alpha$  e a matriz do DCCR, com seus respectivos códigos e valores reais está apresentada na Tabela 2.

## 2.6 Análises tecnológicas

**2.6.1 Umidade:** de acordo com o método 44-15.02 da AACCI (2010).

**2.6.2 Aw:** foi realizada com o aparelho AquaLab digital, modelo CX-2 (Decagon, Pullman, USA), segundo orientações do fabricante (AQUALAB, 2000).

**2.6.3 Volume específico:** conforme o método 10.05.01 da AACCI (2010).

**2.6.4 Rendimento:** A partir do peso pré e pós-cocção dos *cookies* foi calculado o rendimento do produto pronto (pós-cocção), com três repetições, segundo a equação:

$$\text{Rendimento} = (\text{Peso pós-cocção} \times 100 / \text{Peso pré-cocção}).$$

**2.6.5 Cor:** de acordo com o item 2.4.1 A diferença total de cor ( $\Delta E$ ) foi calculada como:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

onde  $\Delta E$  é a diferença entre as amostras e o padrão.

**2.6.6 Fraturabilidade:** foi determinada em texturômetro TA.XT2i (Stable Micro Systems, Haslemere, GBR) segundo o método nº 74-09.01 da AACCI (2010). As condições de teste foram: plataforma HDP/90; probe 3-point (HDP/ 3PB); velocidade de pré-teste = 1,0 mm/s; velocidade de teste = 0,5 mm/s; velocidade de pós-teste = 10,0 mm/s; distância = 5 mm; limiar de força = 5g; com resultados expressos em N.

## 2.7 Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado de acordo com o método de Fenóis Totais por Folin Ciocalteau (ROESLER et al, 2007).

## 2.8 Conteúdo de antocianinas totais

Para quantificação das antocianinas totais dos *cookies* foi utilizado o método de Abdel-Aal e Huck (1999), com modificações. Foram pesados, em tubo fálcon para 15 mL, 1,5 gramas de *cookies* previamente triturados e adicionados 10 mL de solução acidificada de metanol (metanol e HCl, 99,5:0,5, v/v). Após as amostras atingirem pH 2, foram agitadas em shaker (C76, Edison, NJ, EUA), por 15 minutos, com rotação de 100

RPM e temperatura de 25°C. Os tubos foram centrifugados a 5°C e 10000 RPM, durante 15 min, em centrífuga Rotanta 460R (Hettich-Zentrifugen). A absorbância do sobrenadante foi lida em espectrofotômetro (DU 640, Beckman) a 535 nm. A curva padrão foi feita separadamente e Cianidina-3-glicosídeo (Kuromanin) Extrasynthese 0915 S foi usado como um padrão. O conteúdo de antocianinas totais foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$C = (A/\epsilon) * (\text{volume da solução de metanol}/1000) * MW * (1/\text{peso da amostra}) * 10^6$$

onde C é a concentração total de antocianinas totais (mg/Kg), A é a absorbância,  $\epsilon$  é a absorvidade molar da cianidina-3-glicosídeo ( $35318,47 \pm 2,72 \text{ cm}^{-1}\text{M}^{-1}$ , calculada segundo a Lei de Beer) e MW é o peso molecular da cianidina-3-glicosídeo (449).

## 2.9 Fibra alimentar total dos *cookies*

Foi calculada de acordo os resultados obtidos do teor de fibras das matérias-primas.

## 2.10 Análise sensorial

A formulação que apresentou maior teor de compostos fenólicos, antocianinas e fibras, além de parâmetros tecnológicos desejáveis, de acordo com o teste de desejabilidade (SWICH, 1980), foi submetida ao teste de aceitação e avaliada por 120 provadores não-treinados, após aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa sob o número 44633615.2.0000.5404. Foi utilizada a escala hedônica de nove pontos, variando do gostei muitíssimo (9) até desgostei muitíssimo (0) para os atributos: aparência geral (uniformidade da cor, da superfície e do formato), cor, aroma, textura e sabor. Os provadores também foram questionados quanto à intenção de compra, caso o produto estivesse à venda, em uma escala de 5 pontos.

## 2.11 Análise estatística

Os dados obtidos no planejamento experimental foram analisados segundo a Metodologia de Superfície de Resposta, utilizando o Programa Statistica 5.0 (StatSoft,

Inc., Tulsa, OK, USA). Os resultados foram analisados mediante o teste p (grau de significância estatística), para cada um dos coeficientes obtidos e, em seguida, foi realizada a análise de variância do modelo (ANOVA). A partir da equação de regressão obtida, alternando-se duas variáveis, enquanto a terceira permanece constante (no ponto central), foi possível obter gráficos tridimensionais de superfície de resposta, bem como suas respectivas curvas de contorno. Para a validação do modelo, foi utilizado o teste de desejabilidade, feito pelo método Derringer Swich (1980).

### **3. Resultados e discussão**

#### **3.1 Caracterização das FTGI e farinha de trigo refinada**

##### **3.1.1 Rendimento**

O processo de moagem para farinha de trigo refinada, obtida pela combinação da farinha de quebra e da farinha de redução, apresentou rendimento médio de  $40,42 \pm 1,56\%$ . Este valor foi inferior ao relatado por Silva (2007), que obteve 56% de rendimento quando somadas estas frações.

Gutkoski et al (1999), utilizando moinho de pedra, obtiveram rendimento de 18,0% quando utilizaram peneira com abertura de 129  $\mu\text{m}$  e de 60,50% quando abertura era de 715  $\mu\text{m}$ . Nos dois processos o trigo havia sido condicionado a 15% de umidade, por 16 horas, e eles concluíram que o rendimento do processo de moagem é proporcional a abertura das peneiras e que a umidade e o tempo de condicionamento não interferem significativamente nas características das farinhas de trigo.

Com relação à FTGI, houve perda de apenas 0,81% no processo de moagem, o que significa rendimento ótimo ( $99,19 \pm 0,28\%$ ).

##### **3.1.2 Farinografia**

As farinhas de trigo e FTGI apresentaram absorção de água superior a 57%, estabilidade de  $18,83 \pm 0,09$  e  $9,77 \pm 0,60$  min, respectivamente, e índice de tolerância à mistura de 18 unidades farinográficas, sendo considerada forte (PIZZINATTO et al., 1996). Estes resultados indicaram que a farinha utilizada foi apropriada para produção de pão, mas, se diluída com FAP, pode ser utilizada para produzir biscoitos com boas



características tecnológicas, uma vez que ocorre diluição do glúten e consequente diminuição de sua força.

### 3.1.3 Fibra alimentar total

Os valores médios de fibras alimentares totais, em base seca foram de  $2,59 \pm 0,13$  g/100g e  $13,03 \pm 0,26$  g/100g para farinha de trigo refinada e FTGI, respectivamente. Convertendo os valores disponíveis na tabela do USDA para base seca, para comparação, as quantidades de fibra alimentar total da farinha de trigo refinada e FTGI são próximos aos obtidos neste estudo (2,72g/100g e 11,98g/100g).

## 3.2 Caracterização da farinha de amora-preta

### 3.2.1 Cor

A farinha apresentou luminosidade ( $L^*$ ) e índices de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ) de  $30,47 \pm 1,14$ ,  $28,57 \pm 0,19$  e  $8,69 \pm 0,36$ , respectivamente, o que significa coloração vermelha-arroxeadada, conforme apresentado na Figura 1. Valores próximos foram encontrados por Hirsch et al (2012) quando analisaram diversas variedades de amoras-pretas: de  $27,5 \pm 1,1$  a  $31,4 \pm 1,8$ , para  $L^*$ , de  $18,7 \pm 3,1$  a  $30,8 \pm 3,0$  para  $a^*$  e de  $4,5 \pm 1,4$  a  $11,2 \pm 1,9$  para  $b^*$ .



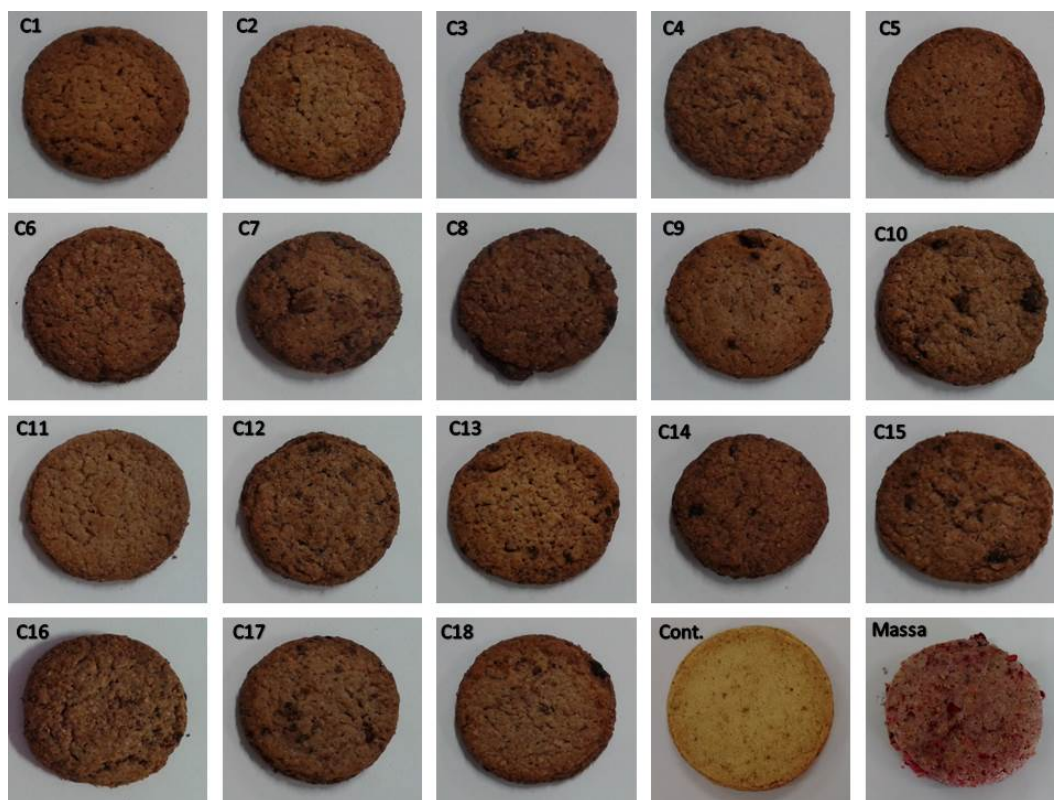
Figura 1: Amora-preta liofilizada e farinha de amora-preta.

### 3.2.2 Fibra alimentar total

O valor médio de fibra alimentar total para farinha de amora-preta foi de  $56,24 \pm 2,14$  g/100g. Convertendo os valores disponíveis na tabela do USDA para base seca, para comparação, as quantidades de fibra alimentar total encontradas neste trabalho é 1,25 vezes superior (44,99 g/100g).

### 3.3 Análises tecnológicas

Foram produzidos 18 *cookies* com adição de FTGI, APP e FAP, de acordo com o delineamento experimental, além de um *cookie* controle (Figura 2).



**Figura 2: Cookies com adição de farinha de grão inteiro e amoras-pretas. C1 a C18: cookies com adição de farinha de grão inteiro, amoras-pretas em pedaços e farinha de amora. Cont. Cookie controle, sem adição de farinha de grão inteiro e amoras.**

A Tabela 3 apresenta os valores médios de umidade,  $A_w$ , volume específico e rendimento, pois não foi possível gerar modelo significativo, logo estes valores não foram influenciados por nenhuma das variáveis independentes dentro da faixa estudada, indicando que é possível adicionar estes novos ingredientes nas formulações de *cookies* sem modificar as propriedades tecnológicas.

A atividade de água encontra-se dentro do limite aceitável (0,6) (JARDIM, 2010), garantindo sua estabilidade durante o armazenamento. Estes valores são muito próximos aos valores encontrados por Sharma e Gurjal (2014), entre  $0,35 \pm 0,002$  e  $0,39 \pm 0,003$ , quando avaliaram o comportamento de mix de farinhas de trigo e cevada nas propriedades antioxidantes de *cookies*.

**Tabela 3: Valores médios das variáveis dependentes não significativas em cookies produzidos com farinha de trigo de grão inteiro, amora-preta em pedaços e farinha de amora-preta**

Variáveis dependentes	Média	DP
Umidade	1,52%	0,71
Aw	0,38	0,04
Volume específico	2,66cm <sup>3</sup> /g	0,19
Rendimento	87,08g de biscoito/100g de massa	1,67

*Cookies* são produtos com um baixo volume específico e geralmente requerem farinha de trigo fraca, com baixo teor de proteínas (SHARMA & GUJRAL, 2014). Os resultados obtidos neste estudo mostraram valores elevados para volume específico quando comparados com os relatados na literatura: entre  $1,02 \pm 0,2$  e  $1,38 \pm 0,2$  cm<sup>3</sup>/g (MORAES et al, 2010); entre  $1,20 \pm 0,22$  e  $1,65 \pm 0,15$  cm<sup>3</sup>/g (FEDDERN et al 2011);  $1,13 \pm 0,01$  e  $1,37 \pm 0,03$  cm<sup>3</sup>/g (CLERICI et al, 2013), o que pode ser explicado pela adição das amoras em pedaços.

Com relação ao rendimento, os resultados foram próximos aos valores médios encontrados por Silva et al (1998) (87,62 e 83,95 g de biscoito/100 g de massa) que avaliaram o aproveitamento de farinha de jatobá em *cookies*, e por Feddern et al (2011), que produziram *cookies* adicionados de farelo de trigo e arroz, respectivamente. Moraes et al (2010) investigaram o efeito da concentração de açúcar e de lipídio na qualidade tecnológica de biscoitos tipo *cookie* e encontraram valores inferiores aos nossos (54,09 g de biscoito/100 g de massa).

### 3.3.1 Cor instrumental

A Tabela 4 apresenta as médias dos resultados obtidos para as variáveis dependentes: cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $\Delta E$ ), fraturabilidade, compostos fenólicos totais e antocianinas totais com seus respectivos valores de coeficiente de regressão e p-valor, a um nível de 90% de significância ( $p \leq 0,10$ ).

**Tabela 4: Cor, fraturabilidade, compostos fenólicos totais, conteúdo de antocianinas totais e fibras totais dos ensaios do delineamento experimental para a obtenção de *cookies* integrais com adição de amoras-pretas\*\***

Ensaio	Cor				Fraturabilidade (N)	Compostos fenólicos (mgEAG/100g)	Antocianinas totais (mgECG/Kg)	Fibra alimentar** (g/100g)
	L*	a*	b*	<sup>1</sup> ΔE				
1	48,15±1,92	11,70±0,44	28,45±0,27	12,48	74,72±4,93	928,63±0,02	29,02±0,64	6,42
2	48,48±1,15	9,88±0,19	25,61±0,08	13,05	79,66±9,09	871,96±0,01	16,59±0,55	10,54
3	47,85±2,27	9,35±0,63	24,21±1,98	14,29	94,22±3,15	826,47±0,00	47,06±0,94	9,18
4	43,02±0,89	10,07±0,27	22,58±0,38	19,28	78,30±7,95	1596,86±0,01	45,98±1,24	13,01
5	44,08±0,61	11,24±0,12	22,89±0,21	18,21	114,97±12,10	1491,67±0,02	35,90±0,82	7,94
6	41,80±0,71	11,51±0,14	23,31±0,19	20,10	75,83±11,30	1542,84±0,01	34,46±1,22	11,75
7	39,38±0,51	10,60±0,22	21,02±0,74	23,23	87,87±10,38	1635,59±0,01	68,78±1,57	10,41
8	44,53±1,50	9,66±0,17	19,81±0,58	19,45	174,96±14,59	1555,20±0,01	43,54±0,59	14,40
9	45,97±1,66	9,81±0,53	22,35±1,29	16,82	91,26±7,24	982,45±0,00	41,88±1,28	7,18
10	43,76±0,60	10,40±0,35	23,05±0,45	18,41	103,68±7,87	1155,39±0,01	32,18±0,91	14,00
11	46,82±0,45	11,00±0,11	24,60±0,26	14,99	83,15±3,29	876,18±0,01	19,13±0,14	8,30
12	45,46±0,82	10,27±0,13	22,97±0,29	16,94	119,59±13,32	1266,08±0,00	13,35±0,49	11,80
13	47,87±1,61	11,03±0,77	27,46±0,98	12,95	63,54±3,76	994,61±0,01	23,12±0,92	9,40

Valores correspondentes à média de três repetições ± desvio padrão. \*\*Para o resultado de fibras totais foi feito uma estimativa do valor adicionado, com base nos resultados das matérias-primas farinha de trigo, de grão inteiro e amoras. <sup>1</sup> ΔE: Diferença de cor em relação ao padrão.

**Tabela 4: Cor, fraturabilidade, compostos fenólicos totais, conteúdo de antocianinas totais e fibras totais dos ensaios do delineamento experimental para a obtenção de cookies integrais com adição de amoras-pretas\*\* (Continuação)**

Ensaio	Cor				Fraturabilidade (N)	Compostos Fenólicos (mgEAG/100g)	Antocianinas Totais (mgECG/Kg)	Fibra alimentar** (g/100g)
	L*	a*	b*	$\Delta E$				
14	40,05±0,47	11,56±0,11	22,04±0,04	22,22	144,69±13,62	1511,57±0,02	72,13±0,06	11,65
15	42,54±0,89	10,70±0,29	23,00±0,50	19,53	84,31±6,26	1192,55±0,00	31,64±0,30	10,45
16	41,98±1,48	10,63±0,05	22,24±0,32	20,37	87,04±4,19	1132,75±0,00	31,71±0,30	10,47
17	46,44±0,16	9,53±0,25	21,74±0,56	16,78	82,21±12,46	1072,84±0,00	32,53±0,13	10,54
18	46,30±0,81	9,78±0,09	22,54±0,26	16,45	83,14±4,95	1026,08±0,01	32,22±0,21	10,46
Controle	60,26±0,80	10,49±0,22	31,21±0,18		29,83±2,42	869,41±0,02	2,22±0,01	2,21
R <sup>2</sup>	0,7062	0,8198	0,8418	0,8284	0,7144	0,7753	0,8198	
p-valor			≤0,01	≤0,01	0,01	≤0,01	≤0,01	

Valores correspondentes à média de três repetições ± desvio padrão. \*\*Para o resultado de fibras totais foi feito uma estimativa do valor adicionado, com base nos resultados das matérias-primas farinha de trigo, de grão inteiro e amoras. <sup>1</sup> $\Delta E$ : Diferença de cor em relação ao padrão.

O aumento de FAP e APP promove o aumento da intensidade (cor mais escura) da cor instrumental dos *cookies* ( $p \leq 0,10$ ), resultando em valores de  $\Delta E$  entre 12,48 e 23,23 (Tabela 4). Segundo a classificação de Tiwari et al (2008), houve uma variação muito distinta ( $\Delta E > 3$ ) na coloração de todos os *cookies* quando comparados ao padrão, sendo que os valores de FAP apresentaram maior influência ( $\beta_{33} = 2,74$ ), como pode ser observado na Tabela 5, pelo modelo matemático, e na Figura 3, pela superfície de resposta. A ANOVA encontra-se no Apêndice A - Tabela A.2.

**Tabela 5: Modelos matemáticos das variáveis dependentes estatisticamente significativas ( $p \leq 0,10$ ) para adição de FTGI, APP e FAP<sup>1</sup>**

Variáveis dependentes	Modelo matemático
$b^*$	$22,43 - 1,13x_2 - 1,68x_3 + 0,42x_2^2 + 0,76x_3^2$
$\Delta E^2$	$18,03 + 1,15x_2 + 2,74x_3 - 0,66x_2^2 - 0,93x_1x_3$
Fraturabilidade (N)	$92,26 + 11,07x_2 + 19,26x_3 + 4,56x_3^2 + 13,14x_1x_2 + 7,33x_1x_3 + 6,7x_2x_3$
CFT (mgEAG/100g) <sup>2</sup>	$11,42 + 0,71x_1 + 1,05x_2 + 2,10x_3 + 0,81x_3^2 + 0,87x_1x_2 - 0,93x_1x_3$
CAT (mgECG/Kg) <sup>2</sup>	$33,31 - 4,03x_1 + 9,07x_2 + 9,37x_3 + 5,74x_3^2$

<sup>1</sup>FTGI: farinha de trigo de grão inteiro; APP: amora-preta em pedaços; FAP: farinha de amora-preta; <sup>2</sup> $\Delta E$ : diferença de cor em relação ao padrão CFT: compostos fenólicos totais; CAT: concentração de antocianinas totais.

Menores valores de  $b^*$  foram observados à medida que se aumentavam as concentrações de FAP e APP, que pode ser explicado pela presença das antocianinas provenientes das amoras. Quando na forma de farinha, misturam-se melhor à massa, dando uma coloração mais uniforme, tendendo para azul/roxo.

Isso confirma o fato do termo linear de FAP ( $\beta_{33} = 1,68$ ) ter tido maior influência neste parâmetro (Tabela 5). Segundo a ANOVA, o valor de  $R^2$  foi de 0,8418,  $F_{cal}$  foi maior que o  $F_{tab}$ , com  $p$ -valor  $\leq 0,01$  (Apêndice A - Tabela A.1). Assim, foi possível elaborar o modelo matemático preditivo de 2ª ordem (Tabela 5) e gerar a superfície de resposta (Figura 4).

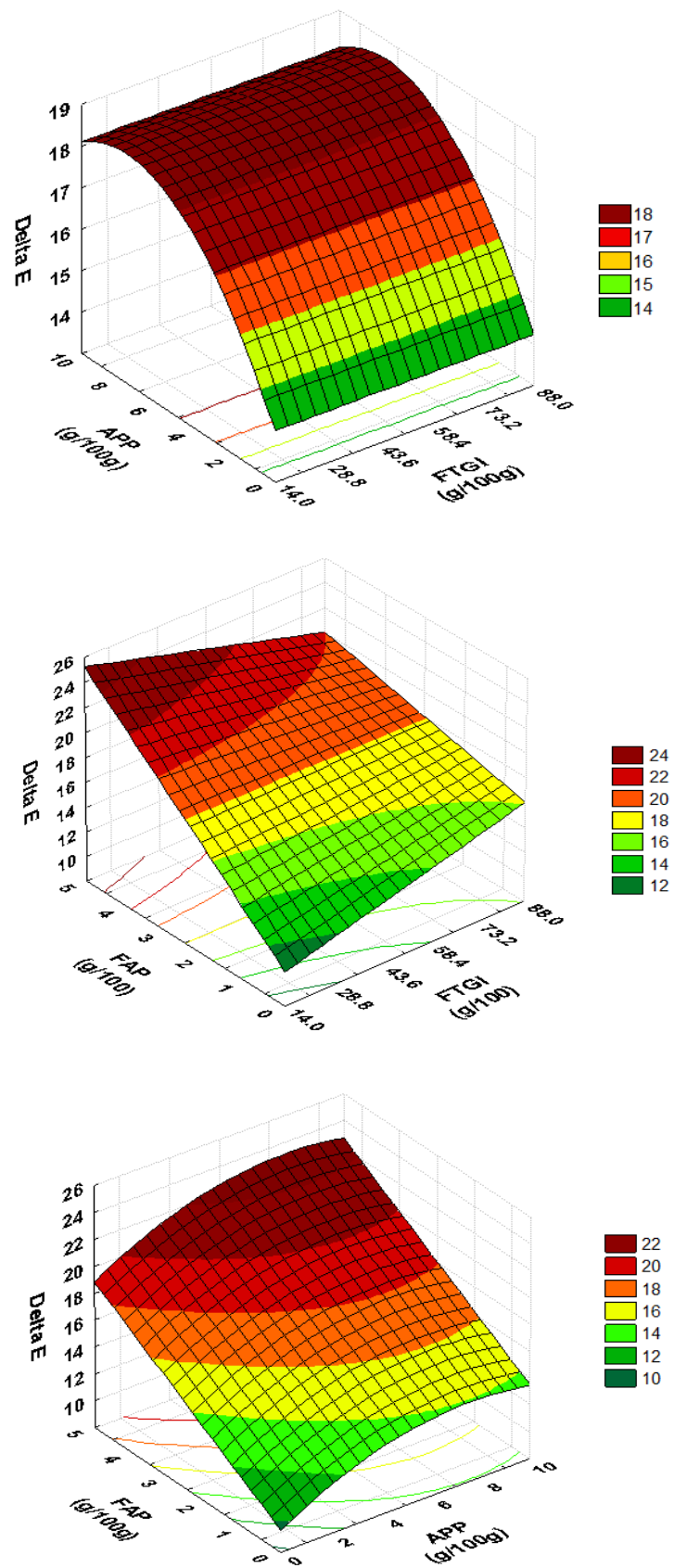
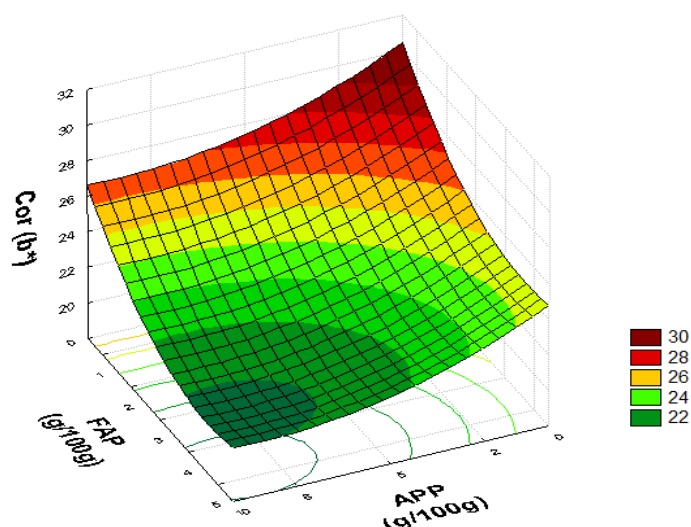


Figura 3: Superfícies de resposta para diferença de cor ( $\Delta E$ ) em função da adição de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), amora-preta em pedaços (APP) e farinha de amora-preta (FAP).



**Figura 4:** Superfície de resposta para índice de cromaticidade  $b^*$  em função da adição de amora-preta em pedaços (APP) e farinha de amora-preta (FAP).

Estes valores estão próximos aos obtidos por Žilić et al (2016), que foram de  $15,25 \pm 0,80$  a  $32,63 \pm 1,69$ , em *cookies* contendo farinha de milho azul e vermelho, quando assados a  $200^\circ\text{C}$ . Os maiores valores foram encontrados nos *cookies* produzidos com farinha de milho azul padrão, com diferença significativa. Estes autores também compararam o efeito do processamento térmico sobre as antocianinas, concluindo que após o forneamento os *cookies* tornam-se menos azulados, devido à degradação destes compostos.

Nas concentrações estudadas, a mistura de FTGI, APP e FAP não interferiram de forma significativa nos valores de luminosidade ( $L^*$ ) e  $a^*$  e os valores encontrados nestes ensaios estão apresentados na Tabela 4. Quando comparados com o padrão, os valores de  $a^*$  permaneceram na mesma faixa, entretanto os *cookies* apresentaram menores valores de  $L^*$  (mais escuros), devido à adição de amoras e FTGI, uma vez que a coloração do *cookie* padrão se deu apenas pela formação de compostos formados durante a reação de Maillard, como as melanoidinas.

Com o aumento do tempo de forneamento ocorre escurecimento da massa, com consequente redução nos valores de  $L^*$  e aumento nos valores de  $a^*$  e  $b^*$  (MORAES et al, 2010, ŽILIĆ et al, 2016). Silva et al (1998) também obteve *cookies* mais escuros quando elaborados com farinha mista de trigo e jatobá e açúcar mascavo com mel (55,27). Valores próximos foram encontrados por Chávez-Santoscoy et al (2016), em *cookies* com extrato de feijão preto ( $45,44 \pm 1,98$  e  $36,44 \pm 1,82$ ), e Inglett et al (2015) em *cookies* com farinha composta de aveia e amaranto (entre  $50,91 \pm 0,82$  e  $51,76 \pm 0,73$ ).



### 3.3.2 Fraturabilidade

A fraturabilidade pode ser definida como a tendência de um material à fratura, quebra ou desintegração conforme sofre a aplicação de uma quantidade relativamente pequena de força ou impacto e, geralmente, é exibida por um produto de alto grau de dureza e baixo grau de coesão, sendo comumente a propriedade textural verificável em assados e produtos com baixa umidade (CRUZ, 2015).

Os valores para fraturabilidade variaram entre 63,54 N, e 174,69 N sendo influenciado estatisticamente ( $p \leq 0,10$ ) pelas variáveis FAP ( $\beta_{33} = 19,26$ ) e APP ( $\beta_{22} = 11,07$ ). Segundo a ANOVA (Apêndice A - Tabela A.3), o valor de  $R^2$  obtido foi de 0,7144,  $F_{cal}$  foi maior que  $F_{tab}$  e p-valor  $\leq 0,01$ , possibilitando, assim, a geração das superfícies de respostas (Figura 5). Como pode ser observado nessa figura, os valores de fraturabilidade aumentam à medida que se aumentam as concentrações de APP e FAP.

Ao substituir a farinha de trigo por farinha de amaranto cru e germinada, para a produção de *cookies gluten free*, Chauhau et al (2015) observaram uma redução na dureza (menor força de quebra) dos biscoitos de 45% ( $50,53 \pm 6,18$  N) e 54% ( $42,00 \pm 6,02$  N), respectivamente. O mesmo fato foi observado por Duta e Culetu (2015). A formulação controle apresentou  $29,35 \pm 3,69$  N, enquanto a formulação com 100% de farelo apresentou  $18,33 \pm 2,06$  N.

Para estes autores, o aumento da quantidade de farelo de aveia adicionada tornou a textura final dos *cookies* mais frágil devido às diferenças entre o tamanho das partículas da farinha e do farelo de aveia, proporcionando *cookies* facilmente quebráveis. Portanto, podemos sugerir que o aumento das concentrações de FAP, devido às suas menores partículas, torna a estrutura do *cookie* mais homogênea e compacta, sendo necessário aplicar uma maior força de quebra.

### 3.4 Compostos fenólicos totais

Com relação ao teor de compostos fenólicos totais, as três variáveis estudadas influenciaram de maneira significativa ( $R^2 = 0,7753$ ,  $F_{cal}$  maior que  $F_{tab}$  e p-valor  $\leq 0,01$  – Apêndice A - Tabela A.4), aumentando seus níveis à medida que se aumentava a concentração (Tabela 5). A variável FAP exerceu o maior efeito ( $\beta_{33} = 2,10$ ), sugerindo que os compostos fenólicos presentes na amora-preta, quando na forma de farinha, estão mais disponíveis (Figura 6).

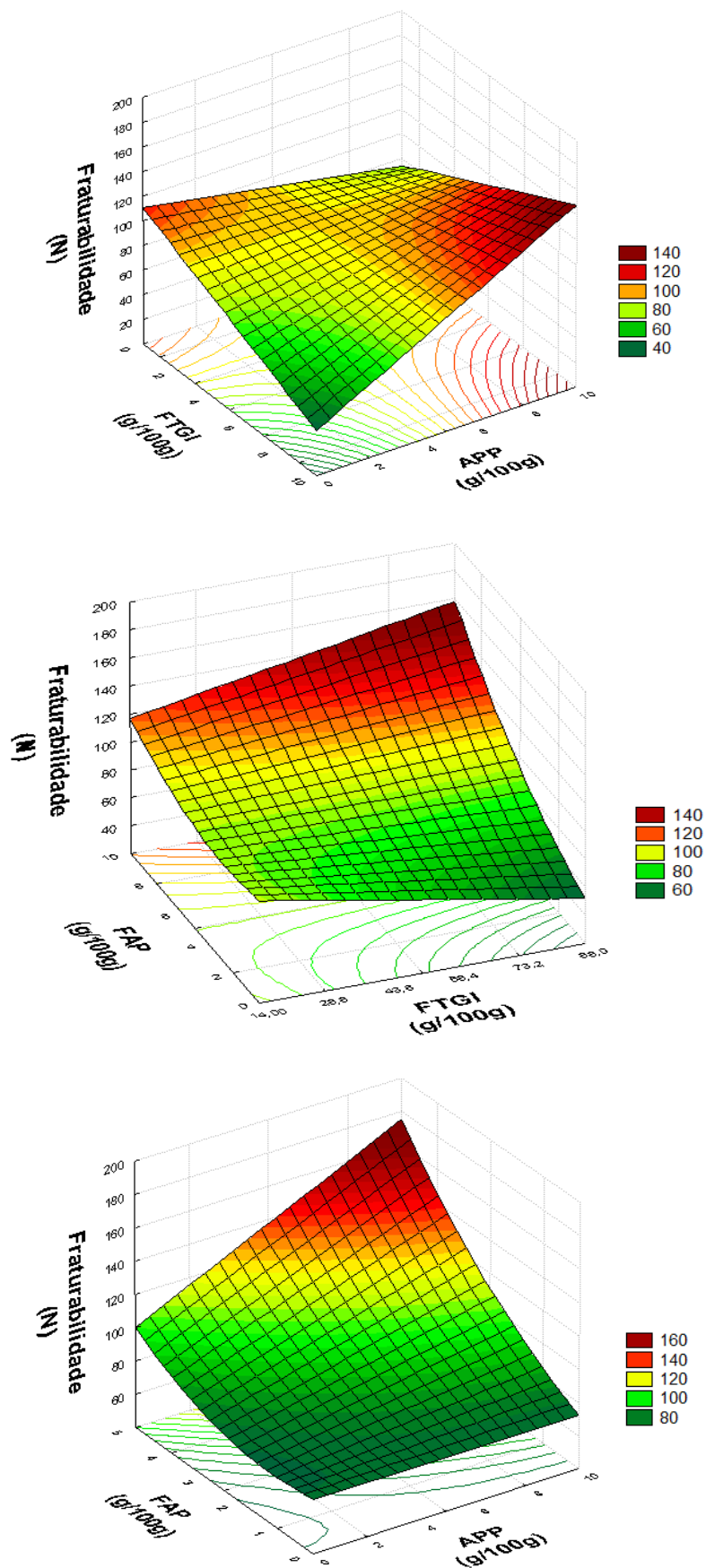


Figura 5: Superfícies de resposta para fraturabilidade em função da adição de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), amora-preta em pedaços (APP) e farinha de amora-preta (FAP).

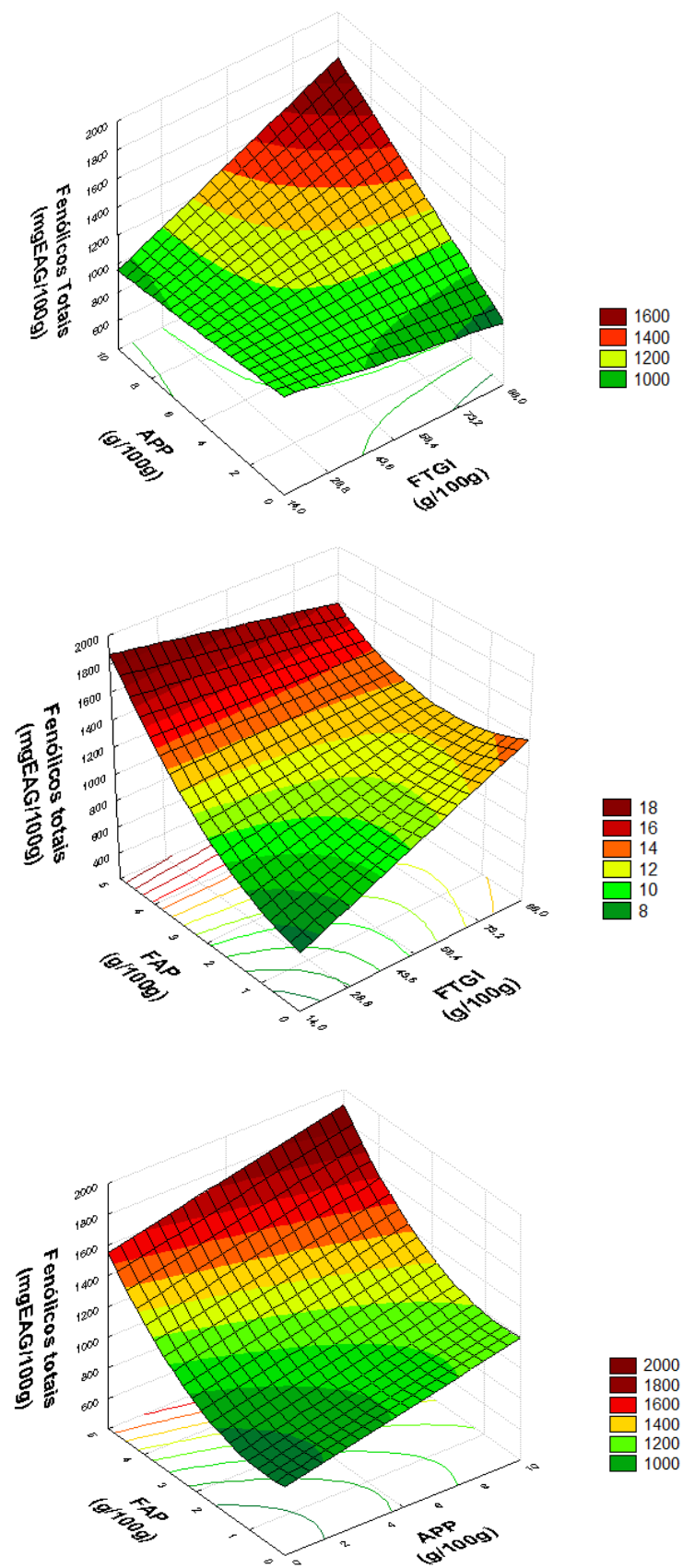


Figura 6: Superfícies de resposta para compostos fenólicos totais em função da adição de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), amora-preta em pedaços (APP) e farinha de amora-preta (FAP).

Os resultados encontrados variaram de  $826,47 \pm 0,00$  a  $1635,59 \pm 0,01$  mgEAG/100g de amostra (Tabela 4), até duas vezes mais que o controle, sendo considerados como produtos com teor de compostos fenólicos intermediários - entre 500 e 2500 mgEAG/100g de amostra, segundo classificação proposta por Vasco et al (2008).

Estes valores foram bastante superiores aos encontrados por Pineli et al (2015), mesmo quando substituíram totalmente a farinha de trigo por farinha desengordurada de baru, rica em fibras e compostos fenólicos ( $86,16 \pm 0,43$  mgEAG/100g de *cookie*). Entretanto foram próximos aos valores encontrados por Vitali et al (2009), em biscoitos enriquecidos com inulina, que variaram de  $568 \pm 40$ , quando adicionada aveia, e  $1395 \pm 53$  mgEAF/100g, quando adicionada alfarroba.

Outros autores avaliaram o conteúdo total de compostos fenólicos em *cookies*, também encontrando valores menores, variando entre  $180,90 \pm 113,3$  e  $274,84 \pm 92,5$  mgEAG/100g em *cookies* preparados com farinha de milho azul e vermelho (ŽILIĆ et al, 2015), e valores entre  $65,6 \pm 26,0$  e  $214,5 \pm 26,0$  mgEAF/100g em *cookies* de farinha de trigo e cevada (SHARMA & GUJRAL, 2014).

Além dos ácidos fenólicos presentes na FTGI, ligados a arabinoxilanos e outros polissacarídeos ou proteínas, tornarem-se mais disponíveis após o processamento (LIU, 2007), os maiores encontrados neste trabalho podem ser explicados pela adição de amoras, que contém compostos fenólicos livres e, por isso, são mais disponíveis (ADOM; LIU, 2002).

### 3.5 Conteúdo de antocianinas totais

Os valores referentes ao conteúdo de antocianinas totais encontram-se entre  $16,59 \pm 0,55$  e  $72,13 \pm 0,06$  mgECG/Kg (Tabela 4) e aumentaram significativamente ( $p \leq 0,10$ ) com a adição de FAP e APP. Por outro lado, o aumento da concentração de FTGI influenciou de maneira negativa esta resposta, conforme Figura 7. Segundo a ANOVA, os valores preditos são explicados por um  $R^2$  de 0,8198, sendo que  $F_{cal}$  foi maior que o  $F_{tab}$  e  $p\text{-valor} \leq 0,01$  (Apêndice A - Tabela A.5). O modelo matemático de segunda ordem está apresentado na Tabela 5.

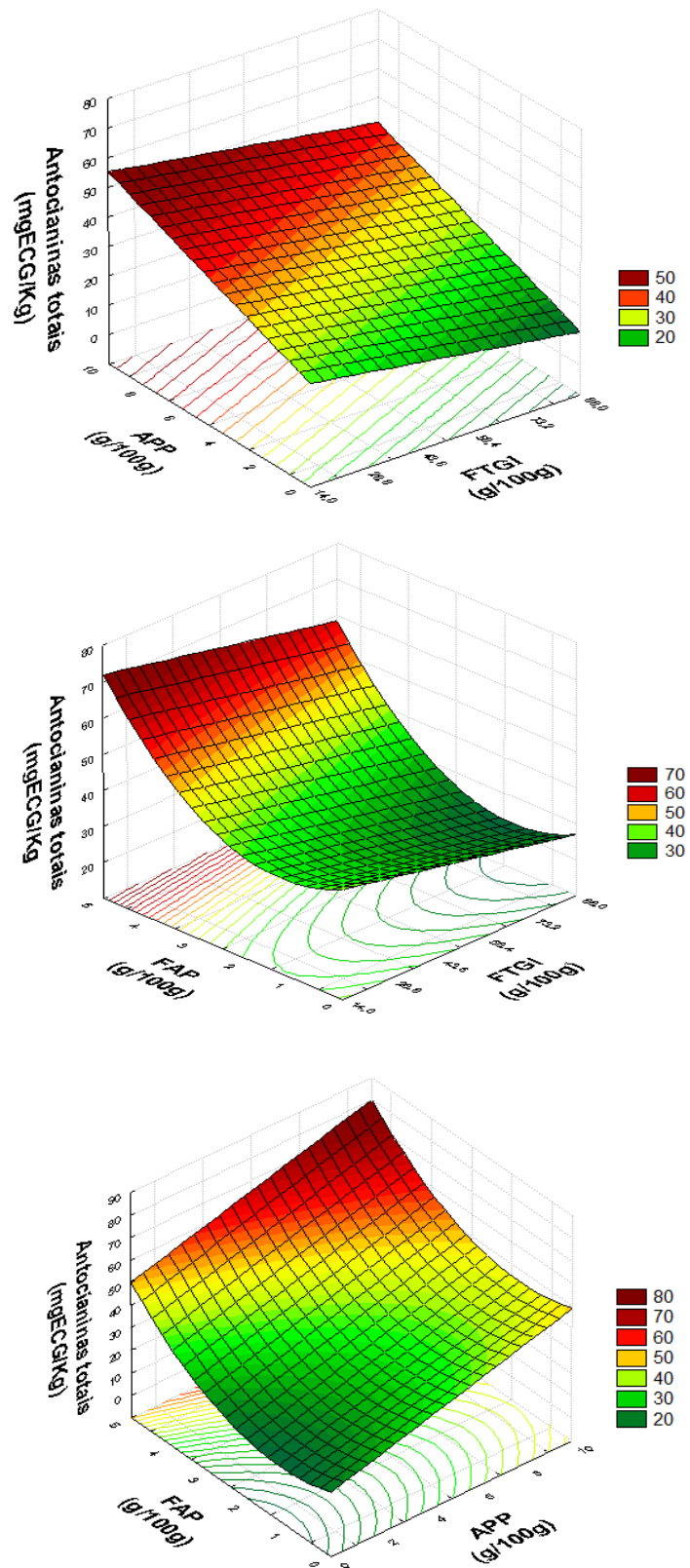


Figura 7: Superfícies de resposta para conteúdo de antocianinas totais em função da adição de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), amora-preta em pedaços (APP) e farinha de amora-preta (FAP).

Valores próximos foram encontrados por Žilić et al (2016), quando os *cookies* com farinha de milho azul e vermelho foram assados por 200°C durante 10 minutos (entre  $45,7 \pm 1,3$  e  $93,3 \pm 0,1$  mgECG/Kg). Entretanto, estes mesmo autores, quando adicionaram 0,2 g/100g de ácido cítrico, e reduziram o a temperatura de forno, mesmo aumentando o tempo de exposição (150°C/12 minutos), encontraram valores até seis vezes maiores que os nossos ( $461,5 \pm 6,5$  mgECG/Kg). Segundo eles, o ácido cítrico afeta o conteúdo de antocianinas totais tanto por redução do pH no sistema, quanto por acilação dos seus resíduos de açúcar ou cátion flavílio.

Valores bastante superiores foram encontrados por Chávez-Santoscoy et al (2016), que produziram *cookies* enriquecidos com extrato de casca de feijão preto. Quando utilizaram 3 g e 7 g de extrato/Kg de massa, obtiveram  $126,00 \pm 1,01$  e  $322,67 \pm 1,19$  mgECG/Kg de *cookie*, respectivamente.

### 3.6 Fibras

Como apresentado na Tabela 4, os valores calculados de fibras totais foram entre 6,42 e 14,40 g/100g de *cookie*, até 6,51 vezes maior que a formulação controle. Vitali et al (2009) também conseguiram aumento significativo no teor de fibras em biscoitos funcionais suplementados com inulina em combinação com outras fontes de fibras, conseguindo seus maiores teores quando adicionaram fibra de aveia (14,48 g/100g de biscoito) e praticamente o mesmo valor encontrado por Chauhan et al (2015) em *cookies gluten free* feitos com farinha de amaranto germinado ( $13,97 \pm 0,12$ g /100g).

Correlacionando os valores de fibras com os de compostos fenólicos totais, nossos resultados estão de acordo com Vitali et al (2009), que observaram aumento da atividade antioxidante dos biscoitos à medida que se aumentava o teor de fibras.

Considerando uma porção de 30g, a maioria dos *cookies* obtidos apresentaram valores de fibras superiores aos *cookies* comerciais (em média, 2,5 g/porção) e a formulação com menor teor de fibras (1,93 g/porção) contém quase três vezes mais que o *cookie* padrão (1,89 g/porção). De acordo com a RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012, com exceção das formulações C1, C5, C9 e C11, todos os demais *cookies* podem ser considerados fonte de fibras, pois contêm mais que 2,5g de fibra/porção (BRASIL, 2012).

### 3.7 Validação

A elaboração de *cookies* com a substituição de até 51% de farinha de trigo por FTGI e adição de 7,94% de APP e 4,72 % de FAP foi a mais indicada, de acordo com o teste de desejabilidade aplicado (Tabela 6), por apresentar maior valor nutricional e propriedades funcionais pelo acréscimo de fibras e compostos fenólicos, dentre eles antocianinas, além da maior quantidade de FAP, que proporcionava melhor coloração ao biscoito, tornando-o mais atrativo.

**Tabela 6: Desejabilidade para seleção dos melhores *cookies* contendo FTGI, APP e FAP<sup>1</sup>**

Variável	Objetivo	Limite inferior	Limite superior	Importância	Resolução
FTGI <sup>1</sup>	Dentro do intervalo	0	1,68	3	0,00
APP <sup>1</sup>	Maximizar	0	1,68	5	0,98
FAP <sup>1</sup>	Maximizar	0	1,68	5	1,49
Aw	Dentro do intervalo	0,28	0,43	3	0,39
Rendimento	Dentro do intervalo	85,21	92,78	3	87,08
Volume E	Dentro do intervalo	2,34	3,04	3	2,57
Densidade	Dentro do intervalo	0,17	0,19	3	0,18
L*	Dentro do intervalo	39,38	48,48	3	40,61
a*	Dentro do intervalo	9,35	11,70	3	10,48
b*	Maximizar	19,81	28,45	3	21,24
$\Delta E^2$	Dentro do intervalo	12,48	23,23	3	23,23
Fraturabilidade (N)	No alvo = 119,116	63,54	174,69	4	145,06
CFT (mmEAG/100g) <sup>3</sup>	Maximizar	826,47	1635,59	5	1619,31
CAT (mgECG/Kg) <sup>3</sup>	Maximizar	16,59	72,13	5	60,45
Fibra alimentar (g)	Dentro do intervalo	8,00	16,14	3	10,45
Desejabilidade					0,62

<sup>1</sup>FTGI: farinha de trigo de grão inteiro; APP: amora-preta liofilizada, em pedaços; FAP: farinha de amora-preta. <sup>2</sup> $\Delta E$ : Diferença de cor em relação ao padrão. <sup>3</sup>CFT: compostos fenólicos totais; CAT: concentração de antocianinas totais.

Portanto, para a validação do modelo foram conduzidos três experimentos, no ponto ótimo (FTGI = 0,00; APP = 0,98 e FAP = 1,49), além de um controle. Os resultados estão apresentados na Tabela 7. Também foram avaliadas as concentrações de compostos fenólicos totais e antocianinas totais na massa, a fim de avaliar a influência do processamento térmico sobre estes compostos.

Os valores de  $b^*$ ,  $\Delta E$ , compostos fenólicos totais e conteúdo de antocianinas totais obtidos pela validação experimental estão apresentadas na Tabela 7. Como pode ser observado, os valores encontrados foram muito próximos aos valores preditos pelo teste de desejabilidade, apresentando baixo erro relativo ( $p \leq 10\%$ ). Portanto, os modelos matemáticos obtidos são capazes de prever os efeitos que a modificação dos níveis de cada variável independente (dentro da faixa estudada) pode provocar nas respostas analisadas.

**Tabela 7: Validação experimental de acordo com as condições otimizadas preditas pelo teste de desejabilidade dos cookies produzidos com adição de FTGI, APP e FAP<sup>1</sup>**

Variáveis independentes	Valores ótimos	Variáveis dependentes	Observado**	Predito	<sup>4</sup> ER%
FTGI <sup>1</sup>	51% (0,00)	Cor $b^*$	19,36 $\pm$ 1,49	21,23	-8,85
APP <sup>1</sup>	7,94% (0,98)	Cor $\Delta E$	22,54 $\pm$ 1,06	23,23	-2,98
FAP <sup>1</sup>	4,72% (1,49)	Fraturabilidade	93,86 $\pm$ 4,49	145,06	-35,29
		CFT <sup>3</sup>	1553,79 $\pm$ 0,64	1619,31	-4,22
		CAT <sup>3</sup>	63,90 $\pm$ 2,32*	60,45	5,70

<sup>1</sup>FTGI: farinha de trigo de grão inteiro; APP: amora-preta liofilizada, em pedaços; FAP: farinha de amora-preta. <sup>2</sup>Média dos valores experimentais  $\pm$  desvio padrão. <sup>3</sup>CFT: compostos fenólicos totais (mgEAG/100g); CAT: concentração de antocianinas totais (mgECG/Kg). <sup>4</sup>ER: Erro relativo.

Assim, a Metodologia de Superfície de Resposta pôde ser aplicada efetivamente para otimizar o processo de enriquecimento de cookies integrais com amoras-pretas. Porém para a resposta fraturabilidade, houve grande variação (ER = 35,29%), indicando que esta variável em estudo não foi validada.

Ao avaliar o efeito do processamento térmico sobre os compostos fenólicos, pode-se observar que o processo de forneamento aumentou o teor de compostos fenólicos totais em 196,75% (de 789,71  $\pm$  0,50 para 1553,79  $\pm$  0,64



mgEAG/100g) por afetar a solubilidade das formas ligadas de ácidos fenólicos, fato também observado por Žilić et al (2016). Além disso, o reagente Folin-Ciocalteu não quantifica apenas compostos fenólicos, uma vez que pode interagir com qualquer substância redutora, tais como as redutonas, intermediárias das melanoidinas na Reação de Maillard (ŽILIĆ et al, 2016).

Estes mesmos autores relataram que o conteúdo de compostos fenólicos nos *cookies* foi significativamente afetado pelo tempo e temperatura de forno. Considerando que os compostos fenólicos dos *cookies* feitos por eles eram majoritariamente compostos por antocianinas, estes relatos corroboram os descritos por Bobbio & Bobbio (1992), que as antocianinas podem ser degradadas por diversos mecanismo que levam à formação de compostos escuros e ou insolúveis, sendo a temperatura e o pH os fatores de maior influência.

Neste estudo também foi calculado o percentual de perda de antocianinas após o processamento térmico e observou-se uma perda de 72,13%, considerada muito alta. Ao contrário de Chávez-Santoscoy et al (2016), que observaram uma alta capacidade de retenção de antocianinas, comparando os valores encontrados no produto final com uma estimativa do que foi adicionado, sendo 75,48% para *cookies* com 3g/Kg de extrato de casca de feijão preto e 60,74% para *cookies* com 7 g/Kg do mesmo extrato.

### 3.8 Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial mostraram que o *cookie* obtido teve uma boa aceitação. A aparência geral e a cor, resultante da adição de amoras, tiveram uma aceitação de 70,11% (valores médios de  $6,31 \pm 1,52$  e  $6,31 \pm 1,62$ , respectivamente). Duta e Culetu (2015) também tiveram aceitação de 70% no atributo aparência para seus *cookies* a base de aveia quando estes tiveram uma substituição de 50% da farinha pelo farelo. Este percentual foi maior a medida que se aumentou a concentração de farelo de aveia, sendo que quando houve uma substituição de 100%, a aceitação foi de 98%. *Cookies* com incorporação de 20% de farinha de cevada em farinha de trigo resultaram em uma média de 8,2 (GUPTA et al, 2011), 1,3 vezes maior que a nossa.

O sabor obteve uma média de  $6,43 \pm 1,79$  (71,44% de aceitação), e os provadores relaram que a acidez desta fruta proporcionou uma combinação

interessante, “quebrando” a doçura característica dos *cookies*. Já a textura foi o atributo melhor avaliado, com 74,56% de aceitação ( $6,71 \pm 1,67$ ), mostrando que a maior dureza detectada na análise de fraturabilidade foi um resultado positivo. Chauhan et al (2015) encontraram valores muito próximos em *cookies gluten free* feitos com farinha de amaranto cru e germinado ( $6,75 \pm 0,76$  e  $6,75 \pm 1,13$ ).

Apenas o aroma não atingiu o percentual mínimo de aceitação, com nota média de  $5,24 \pm 1,67$  (58,22%). Este atributo também não obteve boas notas no trabalho de Duta e Culetu (2015), onde os provadores avaliaram os *cookies* quanto ao aroma de aveia. Numa escala de 1 a 5, as notas variaram entre  $1,9 \pm 0,7$  (38%), para *cookies* com 30% de farelo, e  $3,4 \pm 0,7$  (68%), para *cookies* com substituição de 100% da farinha de aveia pelo farelo. Entretanto, Gupta et al (2011), obtiveram 88,89% de aceitação em *cookies* com substituição de até 30% de farinha de cevada.

Características sensoriais e culturais, tais como sabor, satisfação e conveniência podem aumentar as razões nutricionais para a escolha de um alimento em particular (SILVA et al, 1998). Assim, os resultados mostraram que a adição de 51% de FTGI, 7,94% de APP e 4,72% de FAP resultou em uma alternativa mais saudável aos biscoitos do tipo *cookie* comercializados atualmente, com maiores teores de fibras e compostos bioativos.

Considerando que os consumidores não são homogêneos no que diz respeito às suas intenções e atitudes em relação à compra de alimentos funcionais, torna-se essencial a realização de pesquisas dentro de grupos populacionais específicos (STRATTON et al, 2015).

#### 4. Conclusão

Neste trabalho foram produzidos *cookies* integrais, com substituição parcial de farinha de trigo refinada por FTGI e adição de amoras-pretas liofilizadas em farinha e em pedaços.

Dentro da faixa estudada (de 14 a 88% de FTGI, de 0 a 10% de APP e de 0 a 5% de FAP) não houve diferença significativa para os parâmetros umidade,  $A_w$ , volume específico e rendimento dos *cookies*.

Na análise sensorial do *cookie* selecionado (51% de FTGI, 7,94% de APP e 4,72% de FAP), a coloração escura e fraturabilidade alta foram avaliadas de forma positiva pelos painelistas do teste de aceitação.

Os resultados mostraram que o aproveitamento integral do trigo e da amora-preta possibilitaram a obtenção de *cookies* com potencial funcional, pelo aumento do teor de fibras e compostos fenólicos, que podem ser benéficos à saúde. O uso da amora-preta desidratada em farinha e pedaços aumenta sua estabilidade durante o armazenamento e amplia suas possibilidades de uso em produtos alimentícios, como em *cookies*, cujos ingredientes devem ter baixa umidade, para manter o equilíbrio entre os ingredientes adicionados na formulação.

## 5. Referências

- AACC. American Association of Cereal Chemists. (1995). *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 9<sup>th</sup> ed. Saint. Paul. (1995).
- Abdel-Aal, E.S.M.; Hucl, P. (1999). A Rapid Method for Quantifying Total Anthocyanins in Blue Aleurone and Purple Pericarp Wheats. *Cereal Chemistry*. 76(3) (1999). pp.350-354.
- Adom, K.K.; Liu, R.H. (2002). Antioxidant Activity of Grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50 (2002). pp. 6182-6187.
- Adom, K.K.; Sorrells, M.E.; Liu, R.H. (2003). Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of Wheat Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51 (2003). pp. 7825-7834.
- Anson, N.M.; Van den Berg, R.; Havenaar, R.; Bast, A.; Haenen, G.R.M.M. (2009). Bioavailability of ferulic acid is determined by its bioaccessibility. *Journal of Cereal Science*. 49 (2009). pp. 296-300.
- Association of Official Analytical Chemists. (1985). *Official Methods of Analysis*, 14th ed., 1st suppl. Secs. 43, A14-43, A20, p.399.
- Bobinaitė, R.; Viškelis, P.; Venskutonis, P.R. (2012). Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. *Food Chemistry*. 132 (3) (2012). pp. 1495–1501.
- Bobbio, P.A.; Bobbio, F.O. (1995). *Introdução à química de alimentos*. 2.ed. São Paulo: Varela, 223p. 1995.
- Brasil. Resolução RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012. Aprova o “*Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar*”. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: [www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br) =>. Acesso em: 14 de dezembro de 2015.
- Brito, A.D.C., Nabeshima, E.H., Gomes-Ruffi, C.R., Cruz, C.L.C.V; Montenegro, F.M., & Silva, V.S.N. (2011). Efeito da adição de substitutos de gordura na reologia

da massa e na qualidade de *cookies* integrais. *Anais do 5º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2011: Campinas*. pp. 1-9.

Chandrasekara, A.; Shahidi, F. (2012). Bioaccessibility and antioxidant potential of millet of millet grain phenolics as affected by simulated in vitro digestion and microbial fermentation. *Journal of Functional Foods*. 4 (2012). pp. 226-237.

Chauhan, A.; Saxena, D. C.; Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free *cookies* made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT - Food Science and Technology*. 63 (2015). pp. 939-945.

Chávez-Santoscoy, R.A.; Gutiérrez-Urbe, J.A.; Serna-Saldivar, S.O.; Perez-Carrillo, E. (2016). Production of maize tortillas and *cookies* from nixtamalized flour enriched with anthocyanins, flavonoids and saponins extracted from black bean (*Phaseolus vulgaris*) seed coats. *Food Chemistry*. 192 (2016). pp. 90-97.

Clerici, M.T.P.S.; Oliveira, M.E.; Nabeshima, E.H. (2013). Physical, chemical and sensory quality of *cookies* elaborated with partial substitution of wheat flour by defatted sesame flour. *Brazilian Journal Food of Technology*. 16 (2013) n.2, pp. 139-146.

Derringer, G.C.; Suich, R. (1980). Simultaneous optimization of several response variables. *Journal of Quality Technology*. 12(4) (1980). pp. 214-219.

Duta, E.E.; Culetu, A. (2015). Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free *cookies*. *Journal of Food Engineering*. 162 (2015). pp. 1-8.

Feddern, V.; Durante, V.V.O.; Miranda, M.Z. Mellado, M.L.M.S. (2011). Physical and sensory evaluation of wheat and rice bran *cookies*. *Brazilian Journal Food of Technology*. 14 (2011) (4). pp. 267-274.

Fogarasi, A.L.; Kun, S.; Tankó, G.; Stefanovits-Bányai, E.; Hegyesné-Vecseri, B. (2015). A comparative assessment of antioxidant properties, total phenolic content of einkorn, wheat, barley and their malts. *Food Chemistry*. 167 (2015). pp. 1-6.

Gupta, M.; Bawa, A.S.; Abu-Ghannam, N. (2011). Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies. *Food and Bioproducts Processing*. 89 (2011). pp. 520-527.

Gutkoski, L. C.; Antunes, E.; Roman, I. T. (1999) Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial. *B.Ceppa*. 17 (2). (1999). pp. 153-166.

Hunterlab. *User's manual with universal software versions 3.5*. Reston: Hunterlab, 1998.

Jacques, A.C.; Pertuzatti, P.B.; Barcia, M.T.; Zambiasi, R.C.; Chim, J.F. (2010). Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy. *Química Nova*. 33 (8) (2010). pp. 1720-1725.

Jardim, D. C. P. Atividade de água e a estabilidade dos alimentos. In: MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. (Coord.). *Reações de Transformação e Vida-de-prateleira de Alimentos Processados*. 4. ed. Campinas: ITAL. p. 17-23. (Manual Técnico, n. 6). 2010.

Lee, J.; Dossett, M.; Finn, C.E. (2012) *Rubus* fruit phenolic research: The good, the bad, and the confusing. *Food Chemistry*. 130 (4) (2012). pp. 785-796.

Liu, R.H. (2007). Whole grain phytochemicals and health. *Journal of Cereal Science*. 46 (2007). pp. 207-219.

Luthria, D.L.; Lu, Y.; John, K.M.M. (2015). Bioactive phytochemicals in wheat: Extraction, analysis, processing, and functional properties. *Journal of Functional Foods*. 7 (2015). In Press.

Moraes, K.S.; Zavareze, E.R.; Miranda, M.Z.; Mellado, M.M.S. (2010). Technological evaluation of cookies with lipid and sugar content variations. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 30 (1) (2010). pp. 233-242.

Paz, M.; Gúllon, P.; Barroso, M.F.; Carvalho, A.P.; Domingues, V.F.; Gomes, A.M.; Becker, H.; Longhinotti, E.; Delerue-Matos, C. (2015). Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. *Food Chemistry*. 172 (2015). pp. 462-468.

Pérez, S.; Matta, E.; Osella, C.; De la Torre, M.; Sánchez, H.D. (2013) Effect of soy flour and whey protein concentrate on *cookie* color. *LWT – Food Science and Technology*. 50 (2013). pp. 120-125.

Pineli, L.L.O.; Carvalho, M.V.; Aguiar, L.A.; Oliveira, G.T.; Celestino, S.M.C.; Botelho, R.B.A.; Chiarello, M.D. (2015). Use of Baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and *cookies*. *LWT – Food Science and Technology*. 60 (2015). pp. 50-55.

Rodrigues, M.I., & Iemma, A.F. (2014). *Experimental Design and Process Optimization*. (1st ed.). Florida: Boca Raton.

Roesler, R.; Malta, L.G.; Carrasco, L.C.; et al. (2007). Atividade antioxidante de frutas do Cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 27 (1) (2007). pp. 53-60.

Sharma, P.; Gujral, H.S. (2014) *Cookie* making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxidant properties. *LWT – Food Science and Technology*. 55 (2014). pp. 301-307.

Silva, M.R.; Silva, M.A.A.P.; Chang, Y.K. (1998). Use of jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) flour in the production of *cookies* and acceptance evaluation using univariate and multivariate sensory tests. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 18 (1) (1998). pp. 25-34.

Škrbić, B.; Cvejanov, J. (2011). The enrichment of wheat *cookies* with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: Impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties. *Food Chemistry*. 124 (2011). pp. 1416–1422.

Stratton, L.M.; Vella, M.N.; Sheeshka, J. Duncan, A.M. (2015). Food neophobia is related to factors associated with functional food consumption in older adults. *Food Quality and Preference*. 41 (2015). pp. 133-140.

United State - Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2015. *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*, Release 27. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://ndb.nal.usda.gov/>. Acesso em 14 de dezembro de 2015.

Vitaglione, P.; Napolitano, A.; Fogliano, V. (2008). Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. *Trends in Food Science and Technology*. 19 (2008). pp. 451-463.

Vitali, D.; Dragojević, I.V.; Šebečić, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fiber on selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*. 114(4) (2009). pp. 1462-1469.

Wang, T.; He, F.; Chen, G. (2014). Improving bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in cereal grains through processing technologies: A concise review. *Journal of Functional Foods*. 7 (2014). pp. 101-111.

Žilić, S.; Kocadağlı, T.; Vančetović, J.; Gökmen, V. (2016). Effects of baking conditions and dough formulations on phenolic compound stability, antioxidant capacity and color of cookies made from anthocyanin-rich corn flour. *LWT – Food Science and Technology*. 65 (2016). pp. 597–603.

Zucco, F.; Borsuk, Y.; Arntfield, S.D. (2011). Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *LWT – Food Science and Technology*. 44 (2011). pp. 2070-2076.

### **Agradecimentos**

Ao CNPq e à Capes, pelo suporte financeiro, e ao Moinho Sul Mineiro, pela doação do trigo.



## DISCUSSÃO GERAL

É crescente a busca por alimentos mais saudáveis e que, ao mesmo tempo, sejam práticos e prontos para o consumo. Neste sentido, diversos estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de enriquecer alimentos, como sucos, iogurtes, pães, entre outros.

Por apresentarem boa aceitação por todas as faixas etárias, vida de prateleira relativamente longa e baixo custo, os produtos à base de cereais são considerados excelentes veículos para se incluir ingredientes com alegação funcional no mercado consumidor.

Além da substituição da farinha de trigo branca por grãos integrais, a adição de frutas liofilizadas, proposta neste trabalho, mostrou-se bastante interessante, por adicionar aos *cookies* compostos fenólicos e, conseqüentemente, aumentar seu potencial antioxidante, além de dar cor ao produto final, dispensando o uso de corantes artificiais. Além destes benefícios, foram produzidos *cookies* sensorialmente aceitos sem, no entanto, causar prejuízo das características tecnológicas.

Somente o parâmetro fraturabilidade apresentou valores altamente superior aos relatados na literatura. Entretanto, este aumento na força de quebra mostrou *cookies* mais crocantes, o que foi muito bem aceito sensorialmente, sendo o atributo melhor avaliado.

A substituição de farinha de trigo branca por farinha de grão inteiro ainda aumentou consideravelmente a concentração de fibras dos *cookies* e, de acordo com a RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012, todos os *cookies* produzidos podem ser considerados com alto teor de fibras, pois contêm mais que 5g de fibra/porção.

Por fim, a Metodologia de Superfície de Resposta utilizada neste trabalho pôde ser aplicada efetivamente para otimizar o processo de enriquecimento de *cookies* integrais com amoras-pretas, exceto para a resposta fraturabilidade, pois houve grande variação.

## CONCLUSÃO GERAL

As Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), como câncer, diabetes, obesidade e doenças cardiovasculares têm sido apontadas como as principais causas de morte em todo, particularmente nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

Estas doenças apresentam fatores de risco em comum, sendo os principais tabagismo, alimentos com altas taxas de gorduras saturadas e trans, sal e açúcar em excesso, sedentarismo e consumo excessivo de álcool.

Conhecidos estes fatores, investir em intervenções para prevenir as DCNT é a melhor estratégia. Assim, destaca-se a importância de uma dieta saudável, rica em fibras e compostos bioativos, que têm sido fortemente associada a um menor risco de desenvolvimento de certas formas de câncer, inflamações, doenças cardiovasculares, entre outras.

Portanto, o desenvolvimento de novos alimentos funcionais, ricos em fibras e compostos bioativos, aceitos por todas as faixas etárias e classes sociais, faz-se necessário.

Neste trabalho foram produzidos *cookies* integrais, com substituição parcial de farinha de trigo refinada por FTGI e adição de amoras-pretas liofilizadas em farinha e em pedaços e, dentro da faixa estudada, não houve diferença significativa para os parâmetros umidade, *Aw*, volume específico e rendimento dos *cookies*, além de ter sido observado aumento nos teores de compostos fenólicos totais e de antocianinas totais.

Na análise sensorial do *cookie* selecionado pelo teste de desejabilidade, a coloração escura e fraturabilidade alta foram avaliadas de forma positiva pelos painelistas do teste de aceitação.

Estes resultados mostraram que o aproveitamento integral do trigo e da amora-preta possibilitaram a obtenção de *cookies* com potencial funcional, pelo aumento do teor de fibras e compostos fenólicos, que podem ser benéficos à saúde. Adicionalmente, o uso da amora-preta desidratada em farinha e pedaços aumenta sua estabilidade durante o armazenamento e amplia suas possibilidades de uso em produtos alimentícios, como em *cookies*, cujos ingredientes devem ter baixa umidade, para manter o equilíbrio entre os ingredientes adicionados na formulação.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Tabelas referentes à análise de variância (ANOVA) do Capítulo 2.

Tabela A.1: Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro  $b^*$  da cor instrumental dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de *cookies* de grão inteiro com adição de amoras-pretas

Fonte de Variação	Soma dos quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F cal	F tab	Fcal/Ftab	p-valor
Regressão	64,49	4	16,12	17,29	2,43	7,12	0,000
Resíduos	12,12	13	0,93				
Falta de ajuste	11,29	10	1,13	4,08			
Erro puro	0,83	3	0,28				
Total	76,61	17					

$R^2 = 0,8418$

Tabela A.2: Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro  $\Delta E$  da cor instrumental dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de *cookies* de grão inteiro com adição de amoras-pretas

Fonte de Variação	Soma dos quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F cal	F tab	Fcal/Ftab	p-valor
Regressão	133,78	4	33,45	13,00	2,43	5,35	0,000
Resíduos	33,44	13	2,57				
Falta de ajuste	21,90	10	2,19	0,57			
Erro puro	11,53	3	3,84				
Total	167,22	17					

$R^2 = 0,8000$

Tabela A.3: Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro fraturabilidade dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de *cookies* de grão inteiro com adição de amoras-pretas

Fonte de Variação	Soma dos quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F cal	F tab	Fcal/Ftab	p-valor
Regressão	9187,73	6	1531,29	4,59	2,39	1,92	0,014
Resíduos	3672,25	11	333,84				
Falta de ajuste	3659,08	8	457,38	104,20			
Erro puro	13,17	3	4,39				
Total	12859,97	17					

$R^2 = 0,7144$

Tabela A.4: Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro compostos fenólicos totais dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de *cookies* de grão inteiro com adição de amoras-pretas

Fonte de Variação	Soma dos quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F cal	F tab	Fcal/Ftab	p-valor
Regressão	104,31	6	17,38	6,33	2,39	2,65	0,004
Resíduos	30,23	11	2,75				
Falta de ajuste	28,66	8	3,58	6,85			
Erro puro	1,57	3	0,52				
Total	134,54	17					

$R^2 = 0,7753$

Tabela A.5: Análise de variância (ANOVA) para o parâmetro conteúdo de antocianinas totais dos ensaios do delineamento experimental para obtenção de *cookies* de grão inteiro com adição de amoras-pretas

Fonte de Variação	Soma dos quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F cal	F tab	Fcal/Ftab	p-valor
Regressão	2976,49	4	744,12	14,78	2,43	6,08	0,000
Resíduos	654,29	13	50,33				
Falta de ajuste	653,73	10	65,37	352,39			
Erro puro	0,56	3	0,19				
Total	3630,	17					

$R^2 = 0,8198$

COMITÊ DE ÉTICA EM  
PESQUISA DA UNICAMP -  
CAMPUS CAMPINAS



**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação da atividade antioxidante em cookies preparados com farinha de trigo de grão inteiro e adição de amora-preta (Rubus sp.)

**Pesquisador:** Ana Paula Pereira

**Versão:** 2

**CAAE:** 44633615.2.0000.5404

**Instituição Proponente:** Faculdade de Engenharia de Alimentos

**DADOS DO COMPROVANTE**

**Número do Comprovante:** 037600/2015

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

**Endereço:** Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

**Bairro:** Barão Geraldo

**CEP:** 13.083-887

**UF:** SP

**Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)3521-8936

**Fax:** (19)3521-7187

**E-mail:** cep@fcm.unicamp.br





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

TERMO DE SIGILO REFERENTE  
ÀS INFORMAÇÕES CONSTANTES EM DEFESA DE TESES E DISSERTAÇÕES

**Titulo da Tese/Dissertação:** Efeito da adição de amoras-pretas (*Rubus* sp.) em cookies de grão inteiro: avaliação das propriedades funcionais, tecnológicas e sensoriais

**Aluno:** Ana Paula Aparecida Pereira  
**Orientador:** Glaucia Maria Pastore

**Data:** 04/03/2016

1. São tidas como “**Informações Confidenciais**” todas as informações relacionadas à Dissertação de Mestrado do Sr(a). **Ana Paula Aparecida Pereira**, cujo o titulo é “*Efeito da adição de amoras-pretas (Rubus sp.) em cookies de grão inteiro: avaliação das propriedades funcionais, tecnológicas e sensoriais*” no dia 04 de março de 2016, às 14:30 horas, no Auditório II do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA/FEA, expressas por qualquer meio seja oral, escrito ou eletrônico, constantes em documentos, planilhas, sistemas, fotografias, relatórios, disquetes, disco laser, desenhos, modelos, dados, especificações, relatórios, compilações, programas de computador, pedidos de patentes e patentes, produtos e processos e outros, a que venham a ser apresentadas ou de alguma forma disponibilizadas aos examinadores e demais presentes.

2. Os membros da banca examinadora e os presentes manterão sigilo, em relação às “**Informações Confidenciais**” mesmo que estas não contenham nem sejam acompanhadas de qualquer tipo de advertência de sigilo, devendo tal condição ser sempre presumida.

3. Os membros da banca examinadora e os presentes têm ciência e anuência que as informações confidenciais serão protegidas pelos meios legais e asseguram desde já que estas “**Informações Confidenciais**” a que tiverem acesso, não serão mecanicamente copiadas ou de qualquer outra forma reproduzidas, bem como não serão divulgadas, publicadas nem serão circuladas, sem a autorização do aluno, do orientador e da Agência de Inovação da Unicamp – INOVA.

4. O descumprimento dos itens ou condições previstas neste Termo sujeitará o signatário que incorrer na infração ao presente, à responsabilidade criminal e ou civil e conseqüente indenização.

5. Os membros da banca examinadora, abaixo assinados, manifestam sua total ciência e anuência com as condições estabelecidas neste termo.

Prof. *Glaucia Maria Pastore*  
Instituição: UNICAMP  
RG: 6574408

Profª. *Marcelina PS de Sá*  
Instituição: UNICAMP  
RG: M62666548

Profª. *Elizabeth Harumi Nabeshima*  
Instituição: Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITA  
RG 5.248.557-6

Os demais presentes assinam no verso deste documento (nome completo, RG e assinatura).





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

TERMO DE SIGILO REFERENTE  
ÀS INFORMAÇÕES CONSTANTES EM DEFESA DE TESES E DISSERTAÇÕES

Nome Completo	RG	Assinatura
Lucas L. Pereira	MG-17179593	Lucas L. Pereira
Jane Delane R.P. Souza	1210984512	Jane Delane R.P. Souza
Karina Magra M. Boer	1257637	Karina Magra Boer
Ana Paula Resende Simigueli	36.672.731-X exp/bp	Ana Paula R. Simigueli
Renata Aparecida Soriani Sando	7856668	Renata Soriani Sando
Michelle Scarton	44791044-9 exp/sp	Michelle Scarton
Juliana Bruno de Silo	33467996-5	Juliana Bruno de Silo
Elenice Carla E. Cunha	12.236670	Elenice Cunha
Marcia Rosa de morais	42.455219-X	Marcia Rosa
Franca Angelica P. Pimenta	27.794.250-0	Franca Pimenta
Debora de Assis Mubira	11.662.232-5	Debora Mubira
Bruno Michel Paulino	08132855609	Bruno Michel Paulino
Satiana Ferrari Baldini	41743431-5	Satiana Baldini
Micheli Yudi S. Kaminuma	9383285-4	Micheli Yudi S. Kaminuma
Caroline Nunes de Almada	2002010522139	Caroline Nunes de Almada
Larini Nunes de Almada	2002010522147	Larini Nunes de Almada
Mariana Batista Soares	13760.051	Mariana Soares
Fernando do Prado Silva	47067099-X	Fernando P. Silva
Bruna Akie Kaminuma	40.538.790-5	Bruna Akie Kaminuma
Eustacio Augusto Pereira	13.805.998	Eustacio Pereira
Miscile Hoffmann Cavall	40.650.080-0	Miscile Hoffmann Cavall
Helonica Ortiz Alvares	4098151	Helonica Ortiz Alvares
Henrique Silvano Andrade	MG16.634.024	Henrique Silvano Andrade